

Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności w obszarze polsko-czeskiego pogranicza

Dopad znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí



Projekt numer CZ.11.4.120/0.0/0.0/16_026/0001091 był współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska–Polska, Przekraczamy Granice 2014–2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, a także ze środków budżetu państwa Rzeczypospolitej Polskiej i Republiki Czeskiej/ Projekt číslo CZ.11.4.120/0.0/0.0/16_026/0001091 byl spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika–Polsko 2014–2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj, a zároveň ze zdrojů státního rozpočtu Polské republiky a České republiky

WPLYW ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA NA ZDROWIE LUDNOŚCI W OBSZARZE POLSKO-CZESKIEGO POGRANICZA

DOPAD ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ZDRAVOTNÍ STAV OBYVATELSTVA V ČESKO-POLSKÉM PŘÍHRANIČÍ

AUTORZY / AUTOŘI

RNDr. Vítězslav Jiřík, Ph.D. Ostravská univerzita – Lékařská fakulta – Centrum epidemiologického výzkumu

Mgr. Barbara Hermanová Ostravská univerzita – Lékařská fakulta – Centrum epidemiologického výzkumu

Mgr. Andrea Dalecká Ostravská univerzita – Lékařská fakulta – Centrum epidemiologického výzkumu

Ing. Irena Pavlíková Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (Česko); Spojený ústav jaderných výzkumů v Dubně (Rusko)

RNDr. Jan Bitta, Ph.D. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (Česko)

Doc. ing. Petr Jančík, Ph.D. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (Česko); Spojený ústav jaderných výzkumů v Dubně (Rusko)

Dr Leszek Ośródka Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza w Katowicach

Dr Ewa Krajny Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza w Katowicach

Dr inż. Franciszek Śladeczek Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu

Dr inż. Grzegorz Siemiątkowski Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu

Mgr inż. Katarzyna Kiprian Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu

Dr inż. Ewa Głodek Bucyk Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu

OPOLE – OSTRAVA 2020

Projekt numer CZ.11.4.120/0.0/0.0/16_026/0001091 był współfinansowany przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska–Polska, Przekraczamy Granice 2014–2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, a także ze środków budżetu państwa Rzeczypospolitej Polskiej i Republiki Czeskiej/Projekt číslo CZ.11.4.120/0.0/0.0/16_026/0001091 byl spolufinancován Evropskou unií z fondů programu Interreg V-A Česká republika–Polsko 2014–2020, Překračujeme hranice, v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj, a zároveň ze zdrojů státního rozpočtu Polské republiky a České republiky

WYDAWCA / VYDAL

**Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
Ostravská univerzita
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**

Recenzenci / Recenzenti

prof. dr hab. n.med. Grzegorz Brożek

RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D.

Redakcja i korekta / Redakce a korektura

Maria Szwed

Redakcja techniczna i skład komputerowy / Technická redakce a sazba

Janina Drozdowska

Tłumaczenie / Překlad

Jaroslav Radimersky

Praca naukowa finansowana ze środków finansowych na naukę w latach 2018–2020 przyznanych na realizację projektu międzynarodowego współfinansowanego / Vědecká publikace financovaná z finančních prostředků pro vědu v letech 2018–2020, poskytnutých na realizaci mezinárodně spolufinancovaného projektu

Copyright

© Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, 2020

© Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, 2020

© Ostravská univerzita, 2020

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2020

ISBN 978-83-64979-39-2 (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy)

ISBN 978-83-955213-0-0 (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych)

ISBN 978-80-7599-183-6 (Ostravská univerzita)

ISBN 978-80-248-4406-0 (Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava)

ISBN 978-83-7342-714-3 (Wydawnictwo i Drukarnia św. Krzyża)

Druk

Wydawnictwo i Drukarnia Świętego Krzyża w Opolu

45-007 Opole, ul. Katedralna 8A

tel. 77/44 17 140

www.drukujunas.eu

Wydanie: pierwsze, 2020 / Vydání: první, 2020

SPIS TREŚCI

Podziękowania	5
1. Wprowadzenie	6
1.1. Bibliografia	11
2. Opis obszaru zainteresowania	12
2.1. Warunki topograficzne	16
2.2. Bibliografia	18
3. Substancje zanieczyszczające i dopuszczalne ich stężenia	19
3.1. PM_{10} i $PM_{2,5}$	19
3.2. NO_2	19
3.3. Benzo(a)piren	20
3.4. Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń	20
3.5. Bibliografia	21
4. Warunki meteorologiczne obszaru HEALTHAIR i ich wpływ na jakość powietrza	22
4.1. Wpływ czynników meteorologicznych na jakość powietrza	22
4.1.1. Termiczne sterowanie emisją	23
4.1.2. Wpływ warunków termicznych i dynamicznych na stężenia pyłu zawieszonego przy powierzchni ziemi	24
4.2. Meteorologiczne uwarunkowania zanieczyszczeń powietrza na obszarze HEALTHAIR	32
4.3. Bibliografia	36
5. Źródła zanieczyszczeń powietrza i poziom ich emisji na analizowanym obszarze projektu Healthair	38
5.1. Źródła przemysłowe	38
5.2. Niskie emisje	42
5.3. Transport samochodowy	46
5.4. Zbiorczy bilans emisji	50
5.5. Bibliografia	50
6. Ocena toksyczności wybranych najważniejszych zanieczyszczeń powietrza	52
6.1. Ocena toksyczności PM_{10} i $PM_{2,5}$	53
6.2. Ocena toksyczności NO_2	54
6.3. Ocena toksyczności benzo(a)pirenu	54
6.4. Bibliografia	55

OBSAH

Poděkování	5
1. Úvod	6
1.1. Bibliografie	11
2. Popis zájmové oblasti	12
2.1. Topografické podmínky	16
2.2. Bibliografie	18
3. Znečišťující látky a příslušné imisní limity	19
3.1. PM_{10} a $PM_{2,5}$	19
3.2. NO_2	19
3.3. Benzo(a)pyren	20
3.4. Imisní limity	20
3.5. Bibliografie	21
4. Meteorologické podmínky oblasti HEALTHAIR a jejich vliv na kvalitu ovzduší	22
4.1. Vliv meteorologických faktorů na kvalitu ovzduší	22
4.1.1. Vliv teploty na emise	23
4.1.2. Vliv teplotních dynamických podmínek na koncentrace suspendovaných prachových částic u zemského povrchu	24
4.2. Meteorologická východiska znečištění ovzduší v oblasti HEALTHAIR	32
4.3. Bibliografie	36
5. Zdroje znečištění ovzduší a jejich emise v předmětné oblasti projektu Healthair	38
5.1. Průmyslové zdroje	38
5.2. Lokální topeniště	42
5.3. Automobilová doprava	43
5.4. Souhrnná emisní bilance	50
5.5. Bibliografie	50
6. Hodnocení toxicity vybraných nejvýznamnějších polutantů ovzduší	52
6.1. Hodnocení toxicity PM_{10} a $PM_{2,5}$	53
6.2. Hodnocení toxicity NO_2	54
6.3. Hodnocení toxicity benzo(a)pyrenu	54
6.4. Bibliografie	55

7. Analiza wpływu zanieczyszczenia powietrza na zdrowie społeczeństwa i śmiertelność	56	7. Analýza dopadu znečištění ovzduší na zdraví společnosti a úmrtnost	56
7.1. Metodika oceny ryzyka zdrowotnego	56	7.1. Metodika hodnocení zdravotních rizik	56
7.1.1. Oszacowanie ryzyka zdrowotnego ze strony czynników rakotwórczych	56	7.1.1. Odhad karcinogenních rizik	56
7.1.2. Oszacowanie potencjalnego ryzyka względnego	57	7.1.2. Odhad potenciálních relativních rizik	57
7.1.3. Oszacowanie frakcji przypisywanych populacji	59	7.1.3. Odhad Populační atributivní frakce	58
7.2. Metodika oceny skutków zdrowotnych	59	7.2. Metodika hodnocení zdravotních dopadů	59
7.2.1. Obliczenie skutków zdrowotnych (AB)	60	7.2.1. Výpočet zdravotních dopadů (AB)	60
7.2.2. Lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci i uszczerbku na zdrowiu (DALY)	60	7.2.2. Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím a životem v nemoci (DALY)	60
7.2.3. Lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci (YLL)	60	7.2.3. Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL)	60
7.2.4. Utracone lata życia przeżyte w niepełnosprawności (YLD)	61	7.2.4. Ztracené roky života strávené v nemoci (YLD)	60
7.3. Opis danych wejściowych	61	7.3. Popis vstupních dat	61
7.3.1. Dane demograficzne	61	7.3.1. Demografická data	61
7.3.2. Dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza przez polutanty	61	7.3.2. Data o znečištění ovzduší polutanty	61
7.3.3. Dane dotyczące stanu zdrowia analizowanej populacji	62	7.3.3. Data o zdravotním stavu studované populace	61
7.4. Wyniki i dyskusja	62	7.4. Výsledky a diskuse	62
7.4.1. Wyniki dotyczące ryzyka zdrowotnego ze strony czynników rakotwórczych	63	7.4.1. Výsledky karcinogenních rizik	62
7.4.2. Wyniki dotyczące ryzyka przedwczesnej śmierci i zapadalności	64	7.4.2. Výsledky rizik předčasného úmrtí a nemocnosti	64
7.4.3. Wyniki dotyczące wpływu na zdrowie ludności	71	7.4.3. Výsledky zdravotních dopadů na obyvatelstvo	69
7.5. Załączniki	82	7.5. Přílohy	82
7.6. Bibliografia	117	7.6. Bibliografie	117
8. Podsumowanie	119	8. Shrnutí	119
8.1. Bibliografia	125	8.1. Bibliografie	125
Summary	126	Summary	126

PODZIĘKOWANIA

Niniejsza publikacja stanowi podsumowanie efektów prac zrealizowanych w projekcie pt. „Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności w obszarze polsko-czeskiego pogranicza”, dofinansowanego przez Unię Europejską ze środków programu Interreg V-A Republika Czeska–Polska, Przekraczamy Granice 2014–2020 w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (numer rejestracyjny projektu: CZ.11.4.120/0.0/0.0/16_026/0001091) oraz Skarbu Państwa Rzeczypospolitej Polskiej – Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a także Ministerstwo Rozwoju Regionalnego Republiki Czeskiej. Autorzy niniejszej pracy pragną podziękować:

– Panu Romanowi Kolkowi – wicemarszałkowi województwa opolskiego – za osobiste zaangażowanie w prace projektowe oraz wsparcie w zakresie pozyskania niezbędnych danych wykorzystanych w projekcie;

– Pani Ewie Baucz z Opolskiego Oddziału Wojewódzkiego Narodowego Funduszu Zdrowia za współpracę w zakresie przygotowywania danych o zachorowalności i śmiertelności ludności w województwie opolskim, które zostały wykorzystane do projektowych analiz;

– Pani Annie Katarzynie Więch – dyrektor Departamentu Monitoringu Ocen i Prognoz Stanu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska – za udostępnienie danych emisyjnych dotyczących województwa opolskiego, które zostały wykorzystane w weryfikacji procesów modelowania poziomów emisji.

PODĚKOVÁNÍ

Tato publikace obsahuje shrnutí výsledků prací realizovaných v rámci projektu s názvem Dopad znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí, podpořené Evropskou unií z prostředků programu Interreg V-A Česká republika–Polsko, Překračujeme hranice 2014–2020 v rámci Evropského fondu pro regionální rozvoj (registrační číslo projektu: CZ.11.4.120/0.0/0.0/16_026/0001091) a státního rozpočtu Polské republiky – Ministerstva vědy a vysokého školství a také Ministerstva regionálního rozvoje České republiky.

Autoři studie děkují zejména:

– Romanu Kolkovi, náměstkovi maršálka Opolského vojvodství, za osobní zapojení se do projektových prací a podporu při získávání potřebných dat použitých v rámci projektu;

– Evě Bauczové z opolské pobočky Vojvodského národního fondu zdraví za spolupráci při zpracování dat o nemocnosti a úmrtnosti obyvatelstva Opolského vojvodství, použitých v projektových analýzách;

– Anně Katarzyně Więchové, ředitelce odboru monitoringu a prognóz stavu životního prostředí Hlavní inspekce životního prostředí, za zpřístupnění emisních dat z oblasti Opolského vojvodství, využitých k ověření modelů emisních úrovní.

1.

WPROWADZENIE

Istotnym problemem środowiskowym polsko-czeskiego pogranicza jest zanieczyszczenie powietrza.

We wschodniej części Górnego Śląska przyczynami pogorszenia się jakości atmosfery jest koncentracja:

- przemysłu opartego na wydobyciu węgla kamiennego,
- przemysłu hutniczego,
- ludności powszechnie stosującej w swoich miejscach zamieszkania źródła ciepła oparte na węglu.

Sytuacja ta powoduje bardzo częste przekroczenia limitów niektórych substancji zanieczyszczających powietrze, szczególnie PM_{10} i $PM_{2,5}$ oraz związanych z nimi wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (w tym benzo(a)pirenu).

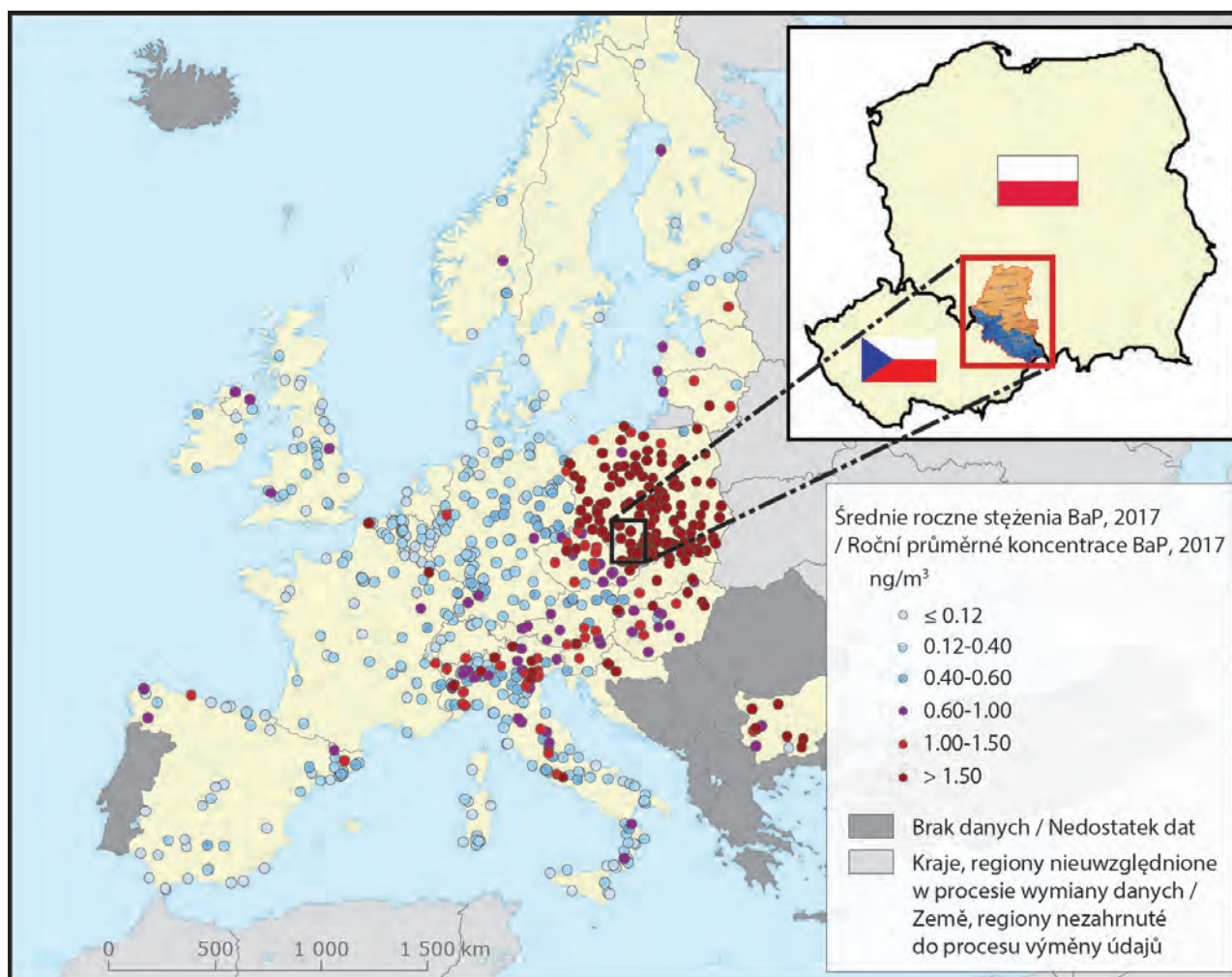
Úvod

Významným environmentálním problémem česko-polského příhraničí je znečištění ovzduší.

Ve východní části Horního Slezska jsou příčinami zhoršování kvality ovzduší koncentrace:

- průmyslu navázaného na těžbu černého uhlí,
- hutnického průmyslu,
- obyvatelstva široce využívajícího v místě bydliště zdrojů tepla na bázi uhlí.

Tato situace způsobuje velmi časté překračování imisních limitů některých látek znečišťujících ovzduší, zejména pevných, suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ a s nimi souvisejících polycyklických aromatických uhlovodíků (včetně benzo(a)pyrenu).

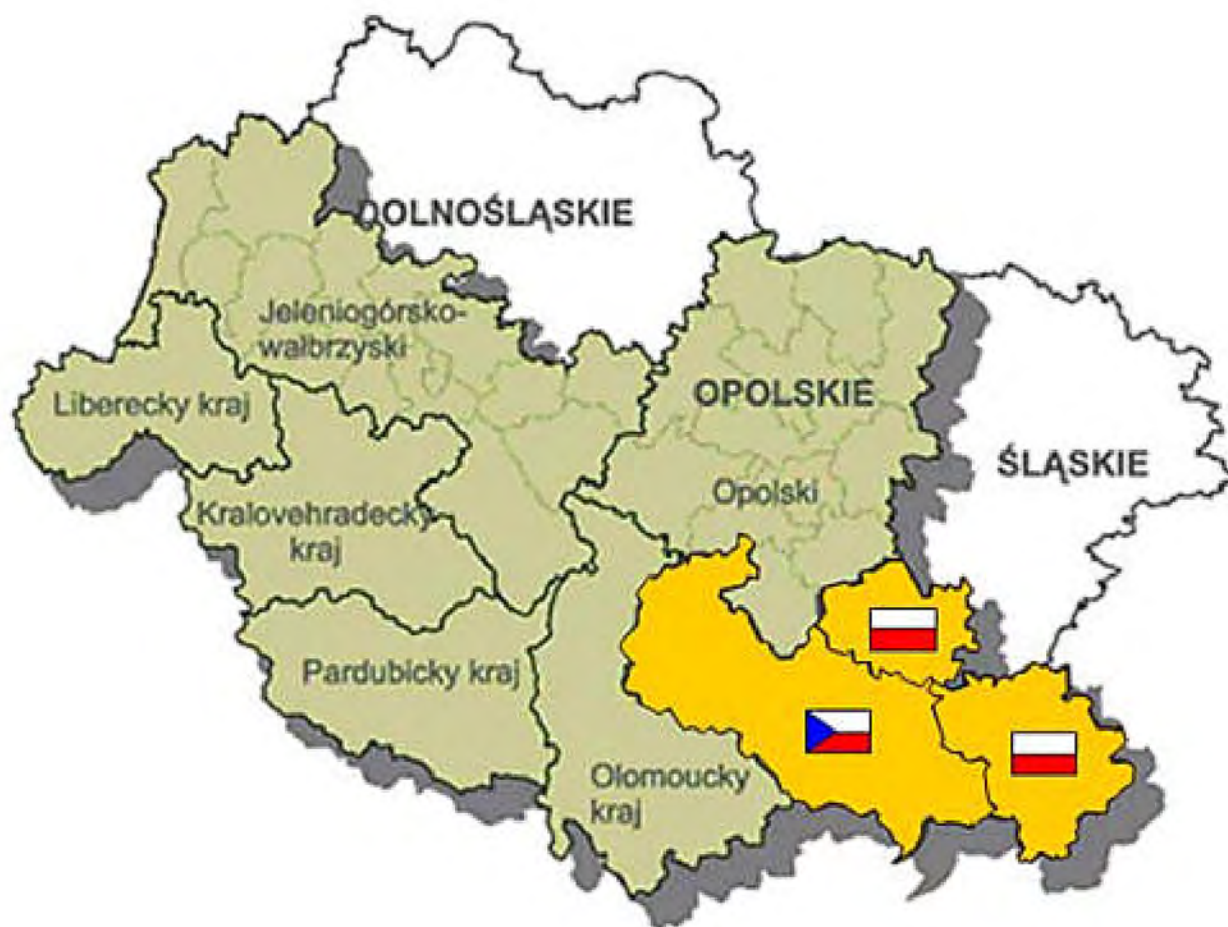


Rycina 1.1. Średnie roczne stężenie benzo(a)pirenu w krajach Europy w 2017 r. [1]

Obrázek 1.1. Průměrné roční koncentrace benzo(a)pyrenu v evropských zemích v roce 2017 [1]

W latach poprzednich, w ramach Programu Współpracy Interreg V-A CZ–PL realizowane już były wspólne polsko-czeskie inicjatywy projektowe w zakresie identyfikacji problemu zanieczyszczenia powietrza o nazwach **Clean Border** i **Air Silesia** [10, 4]. W ramach tych projektów na terenie obejmującym południową część województwa śląskiego (PL) i wschodnią część kraju morawsko-śląskiego (CZ) zmapowano źródła zanieczyszczenia powietrza – w tym lokalne kotłownie, zakłady przemysłowe i środki transportu oraz określono mapy stężeń długookresowych, które pokazują wpływ tych grup źródeł emisji na zanieczyszczenie atmosfery analizowanego obszaru.

V předchozích letech již byly v rámci programu spolupráce Interreg V-A CZ–PL realizovány společné polsko-české projektové iniciativy v oblasti identifikace problému znečišťování ovzduší s názvem **Clean Border** a **Air Silesia** [10, 4]. V rámci těchto projektů byly zmapovány zdroje znečištění ovzduší v oblasti pokrývající jižní část Slezského vojvodství (PL) a východní část Moravskoslezského kraje (CZ) včetně lokálních topenišť, průmyslových závodů a automobilové dopravy, a pořízeny mapy dlouhodobých koncentrací znázorňujících dopad těchto skupin zdrojů emisí na znečištění ovzduší v posuzované oblasti.



Rycina 1.2. Obszar zainteresowania projektów Air Silesia i Clean Border [5]

Obrázek 1.2. Zájmová oblast projektů Air Silesia a Clean Border [5]

Projekty Clean Border i Air Silesia w większości przypadków nie obejmowały w swych analizach źródeł zanieczyszczeń powietrza w województwie opolskim (PL) i w sąsiadującym z nim od południa powiecie Jeseník (CZ).

Województwo opolskie ma inną charakterystykę przemysłu od tego analizowanego na obszarze

Projekty Clean Border a Air Silesia ve většině případů nezahrnovaly do svých hodnocení zdroje znečišťování ovzduší v Opolském vojvodství (PL) a v jižně sousedícím okrese Jeseník (CZ).

Opolské vojvodství má jinou průmyslovou charakteristiku, než která byla analyzována v oblasti zájmu předchozích projektů. Na rozdíl od východních

zainteresowania poprzednich projektów. W przeciwieństwie do wschodnich terenów Górnego Śląska na Opolszczyźnie nie ma górnictwa opartego na wydobyciu węgla kamiennego, za to występuje istotna koncentracja przemysłu związanego z eksploataowanymi w tym regionie bogatymi złożami surowców mineralnych – przemysł cementowo-wapienniczy i budowlany [3]. Na jakość powietrza w województwie opolskim oddziałują istotnie dwa duże ośrodki przemysłowe: w Zdzeszowicach – z największymi w tej części Europy Zakładami Koksowniczymi ArcelorMittal Polska S.A., Oddział w Zdzeszowicach oraz w okolicach Kędzierzyna-Koźła, gdzie dominuje koncentracja przemysłu chemicznego z największym przedsiębiorstwem Grupą Azoty Zakładami Azotowymi Kędzierzyn S.A. Wspomnieć należy również zlokalizowaną w środkowej części województwa Elektrownię „Opole”, należącą do PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Podobnie jak na obszarach zainteresowania projektów **Clean Border** i **Air Silesia**, w województwie opolskim dominują lokalne źródła ogrzewania oparte na paliwie stałym – głównie na węglu kamiennym [3, 2].

Z kolei sąsiadujący z częścią południowej strefy województwa opolskiego powiat Jeseník (północna część kraju ołomunieckiego w Czechach) jest obszarem o niskim stopniu uprzemysłowienia, charakteryzującym się dominacją terenów zalesionych (59,29%) i użytków rolnych (33,37%) [7]. Na granicy powiatu Jeseník z krajem morawsko-śląskim znajduje się pasmo górskie Hrubý Jeseník, gdzie utworzono 19 rezerwatów przyrody (w tym 4 narodowe rezerваты przyrody Czech) [8–9]. Jest to także obszar bardzo cenny dla zdrowia czeskich obywateli. Znajdują się tu bowiem uzdrowiska specjalizujące się w leczeniu chorób układu oddechowego.

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania, Opolski Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska Sieć Badawcza Łukasiewicz Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych wystąpił do Katowickiego Zakładu Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego oraz Instytutu Technologii Środowiskowych Wyższej Szkoły Górniczej – Uniwersytetu Technicznego w Ostrawie – realizatorów projektów Clean Border i Air Silesia – z propozycją uzupełnienia wiedzy dotyczącej problemów zanieczyszczenia atmosfery w województwie opolskim, w północno-zachodniej części kraju morawsko-śląskiego i w północnej części kraju ołomunieckiego.

Lokalizacja polskich i czeskich terenów uprzemysłowionych w niedalekim sąsiedztwie obszaru uzdrowiskowego Hrubý Jeseník, gdzie leczy się choroby

oblasti Horního Slezska nemá Opolský region žádnou důlní těžbu založenou na těžbě černého uhlí, ale je zde významná koncentrace průmyslu souvisejícího s bohatými ložisky nerostných surovin průmysl zpracování vápence, výroba cementu a stavebního průmyslu [3]. Kvalita ovzduší v Opolském vojvodství je významně ovlivněna dvěma velkými průmyslovými centry: Zdzeszowicemi s největší koksovou Arceloru Mittal Polska S.A. v této části Evropy a Kędzierzynom-Koźle s koncentrací chemického průmyslu, s největším závodem společnosti Grupa Azoty Zakłady Azotowe Kędzierzyn S.A. Za zmínku stojí také Elektrárna Opole, v centrální části vojvodství, spadající do skupiny PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Podobně jako v oblastech zájmu projektů **Clean Border** a **Air Silesia** dominují v Opolském vojvodství místní zdroje vytápění spalující pevná paliva, hlavně černé uhlí [3, 2].

Naproti tomu okres Jeseník, sousedící s jižní částí Opolského vojvodství (jedná se o severní část Olomouckého kraje v České republice), je slabě industrializovanou oblastí s převahou zalesněných ploch (59,29 %) a zemědělské půdy (33,37 %) [7]. Na hranici okresu Jeseník s Moravskoslezským krajem se nachází pohoří Hrubý Jeseník, kde bylo vytvořeno 19 přírodních rezervací (včetně 4 českých národních přírodních rezervací) [8–9]. Je to také oblast velmi cenná z hlediska zdraví obyvatelstva. Jsou zde lázně specializující se na léčbu respiračních onemocnění.

S ohledem na výše uvedené podmínky Opolská pobočka materiálového, procesního a environmentálního inženýrství Výzkumné sítě Łukasiewicz Ústavu keramiky a stavebních materiálů požádala katovické pracoviště modelování znečištění ovzduší Ústavu meteorologie a vodního hospodářství, působícího v rámci Národního výzkumného ústavu, a Institut environmentálních technologií Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě jako řešitele projektů Clean Border a Air Silesia o doplnění znalostí týkajících se problematiky znečištění ovzduší v Opolském vojvodství a v severozápadní části Moravskoslezského a Olomouckého kraje.

S ohledem na umístění polských a českých průmyslových oblastí v blízkosti lázeňské oblasti Hrubého Jeseníku, kde se léčí onemocnění dýchacích cest, byli výše uvedení partneři informováni o potřebě širšího pohledu na problém znečištění ovzduší a pohybu těchto znečišťujících látek. Bylo dohodnuto, že stojí za to požádat o finanční podporu nového projektu z fondů Evropské unie. Jeho úkolem by bylo nejen rozšířit evidenci zdrojů emisí z oblasti zájmu předchozích projektů dále na západ, ale především zjistit a zveřejnit informace o dopadu znečištění ovzduší na zdraví obyvatelstva česko-polského příhraničí. Tímto způsobem

dróg oddechowych, uświadomiła wyżej wymienionym partnerom potrzebę szerszego spojrzenia na problem zanieczyszczenia powietrza i przemieszczania się tych zanieczyszczeń. Ustalono, że warto wystąpić o dofinansowanie nowego projektu z funduszy Unii Europejskiej. Jego zadaniem miałyby być nie tylko rozszerzenie ewidencji źródeł emisji z terenu zainteresowania poprzednich projektów dalej na zachód, ale przede wszystkim określenie i rozpropagowanie wśród mieszkańców informacji o wpływie zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności obszaru polsko-czeskiego pogranicza. W ten sposób w ramach Programu Współpracy Interreg CZ–PL 2014–2020 zainicjowany został projekt pt. „Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności w obszarze polsko-czeskiego pogranicza” o akronimie Healthair, do realizacji którego zaproszono także Centrum Badań Epidemiologicznych Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Ostrawskiego.

Projekt Healthair uzyskał dofinansowanie w ramach 4 Osi Priorytetowej Programu Interreg Republika Czeska–Polska 2014–2020, która dotyczy „współpracy instytucji i społeczności”, i był realizowany od 01.04.2018 do 31.03.2020 r.

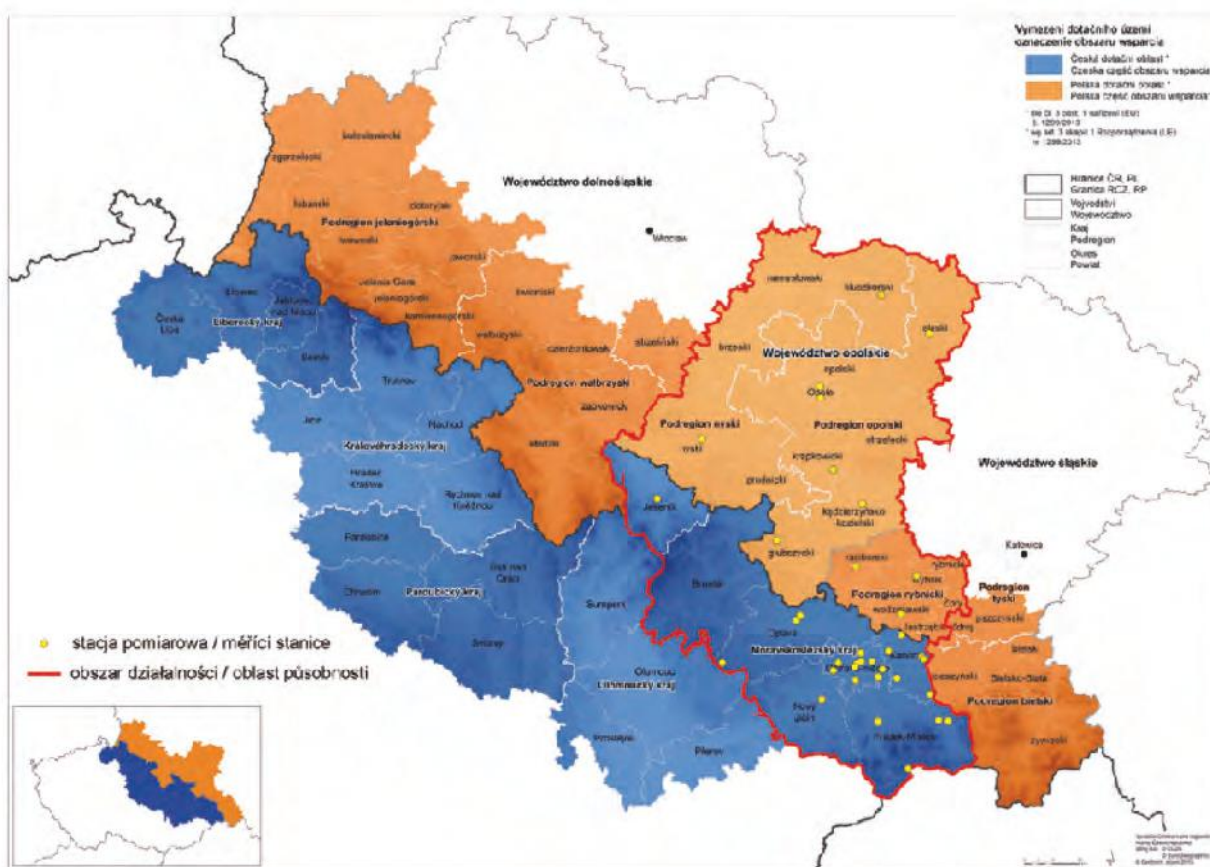
w ramach programu współpracy Interreg CZ-PL 2014–2020 vznikl projekt s názvem „Dopad znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí” s akronymem Healthair, k jehož realizaci bylo přizváno Centrum epidemiologického výzkumu Lékařské fakulty Ostravské univerzity.

Projekt Healthair byl finančně podpořen v rámci Prioritní osy 4 programu Interreg Česká republika–Polsko 2014–2020, zaměřené na „spolupráci mezi institucemi a komunitami” a byl realizován od 01.04.2018 do 31.03.2020.

Hlavním cílem projektu bylo „**Navázání nové a udržení stávající spolupráce vědeckých institucí z Polska a České republiky při řešení problematiky znečištěného ovzduší s určením jeho dopadu na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí**”.

Projektové aktivity se zaměřily na realizaci čtyř klíčových aktivit:

1. Stanovení míry expozice obyvatelstva škodlivým látkám znečišťujícím ovzduší a určení jejich původu.
2. Kvalitativní a kvantitativní popis zdravotních rizik, tj. popis pravděpodobnosti předčasného úmrtí



Rycina 1.3. Obszar zainteresowania projektu Healthair [6]

Obrázek 1.3. Zájmová oblast projektu Healthair [6]

Głównym celem projektu było: „**Nawiązanie nowej i utrzymanie istniejącej współpracy instytucji naukowych z Polski i Czech dla wspólnego scharakteryzowania zanieczyszczenia powietrza oraz określenia jego wpływu na zdrowie ludności obszaru polsko-czeskiego pogranicza**”.

Działania projektu skupiły się na realizacji czterech działań kluczowych:

1. Określenie stopnia narażenia społeczeństwa szkodliwymi zanieczyszczeniami powietrza i ustalenie ich pochodzenia.
2. Jakościowy i ilościowy opis zagrożeń dla zdrowia, tj. opis prawdopodobieństwa przedwczesnego zgonu i zachorowalności ludności narażonej na długotrwałe, zwiększone zanieczyszczenie powietrza na granicy czesko-polskiej.
3. Przeprowadzenie w regionach o największym zanieczyszczeniu powietrza akcji edukacyjnych podnoszących świadomość społeczeństwa o wpływie zanieczyszczenia powietrza na jego zdrowie.
4. Wydanie polsko-czeskiej monografii przedstawiającej i podsumowującej efekty realizacji projektu.

Charakterystyka stopnia narażenia obywateli szkodliwymi zanieczyszczeniami i określenie ich pochodzenia miała przygotować dane do analizy ryzyka związanego z jakością powietrza dla zdrowia mieszkańców. W ramach tego działania utworzona została jednolita dla całego badanego obszaru baza danych dotyczących różnych źródeł zanieczyszczenia powietrza i poziomu emisji, a także danych meteorologicznych i przestrzennych. Opis jakości powietrza na obszarze zainteresowania i analizę przyczyn zanieczyszczenia wykonano za pomocą modelowania matematycznego i oceny pomiarów monitoringu zanieczyszczenia powietrza. Następnie określono udział poszczególnych grup źródeł w średnich stężeniach zanieczyszczeń oraz oceniono wpływ poszczególnych źródeł na poziom zanieczyszczenia powietrza. Ostatnim etapem tego działania było określenie obciążenia obywateli szkodliwym zanieczyszczeniem powietrza.

Ustalone w ramach pierwszego działania stężenia substancji szkodliwych w atmosferze, uzyskane z modeli dyspersyjnych, stanowiły dane wejściowe do jakościowego i ilościowego opisu zagrożeń dla zdrowia ludności, tzn. do opisu prawdopodobieństwa wzrostu zachorowalności na choroby, które mogły być efektem długotrwałej ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza i prawdopodobieństwo wystąpienia przedwczesnych zgonów. W ramach tego działania analizowano długookresowy wpływ zanieczyszczenia powietrza na stan zdrowia ludności. Na potrzeby realizacji tego działania zidentyfikowano również rozkład mieszkańców na badanym terenie (tj. zebra-

a i nemocności populace vystavené dlouhodobému zvýšenému znečištění ovzduší v česko-polském příhraničí.

3. Uspořádání vzdělávacích seminářů v regionech s největším znečištěním ovzduší s cílem zvýšit povědomí veřejnosti o dopadu znečištění ovzduší na zdraví.
4. Vydání česko-polské monografie představující a shrnující výsledky realizace projektu.

Charakteristika míry expozice obyvatel škodlivým znečišťujícím látkám a určení jejich původu měly připravit údaje pro posouzení rizik spojených s kvalitou ovzduší na zdraví obyvatel. V rámci této aktivity byla pro celou sledovanou oblast vytvořena jednotná databáze zdrojů znečištění ovzduší a emisí, jakož i meteorologických a prostorových údajů. Popis kvality ovzduší v zájmové oblasti a posouzení příčin znečištění probíhaly s použitím matematického modelování a hodnocení výsledků měření znečištění ovzduší. Dále byl stanoven podíl jednotlivých skupin zdrojů na průměrných koncentracích znečišťujících látek a byl zhodnocen dopad jednotlivých zdrojů na úroveň znečištění ovzduší. Poslední fází této aktivity bylo stanovení zátěže obyvatelstva škodlivými vlivy znečištěním ovzduší.

Koncentrace škodlivých látek v ovzduší, získané disperzním modelováním v rámci první aktivity byly vstupními údaji pro kvalitativní a kvantitativní popis ohrožení zdraví obyvatelstva, tj. k popisu pravděpodobnosti výskytu nemocí, které by mohly být důsledkem dlouhodobého působení znečištěného ovzduší s následným pravděpodobným výskytem předčasných úmrtí. V rámci této aktivity byl posuzován dlouhodobý vliv znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva. Pro účely této aktivity byla také identifikována struktura obyvatelstva ve sledované oblasti (na základě údajů o počtu obyvatel ve stejné modelové síti jako v použitém disperzním modelu) a byly získány informace o nemocnosti obyvatelstva posuzované oblasti z důvodů onemocnění, které by mohly být způsobeny znečištěním ovzduší, včetně údajů o úmrtnosti populace v této oblasti.

Posouzení zdravotních rizik proběhlo ve třech krocích:

- 1) posouzením toxicity modelovaných škodlivých látek (*toxicity assessment*),
- 2) posouzením dlouhodobé expozice (*exposure assessment*),
- 3) popisem identifikovaných zdravotních rizik (*risk characterization*), tj. pravděpodobnosti zvýšeného výskytu nežádoucích účinků škodlivých látek na zdraví obyvatel.

Dále byly vyhodnoceny ztracené roky života z důvodu předčasného úmrtí a života v nemoci, jak

no dane o liczbie mieszkańców w takiej samej sieci modelowej, jak w zastosowanym modelu dyspersyjnym) oraz pozyskano informacje dotyczące zachorowalności ludności analizowanego obszaru na choroby, których przyczyną mogą być zanieczyszczenia powietrza, a także dane dotyczące śmiertelności osób zamieszkujących na tym terenie.

Badanie ryzyka zdrowotnego zostało wykonane w trzech krokach:

- 1) analizy toksyczności modelowanych substancji szkodliwych (*toxicity assessment*),
- 2) analizy długotrwałych ekspozycji (*exposure assessment*),
- 3) charakterystyki stwierdzonych zagrożeń dla zdrowia (*risk characterization*), tj. prawdopodobieństwa zwiększonego występowania niekorzystnego działania substancji szkodliwych na mieszkańców.

Po przeprowadzeniu prac badawczych i sformułowaniu wniosków, w kolejnym etapie projektu w 10 miejscowościach (5 po stronie polskiej w województwie opolskim i 5 po stronie czeskiej), charakteryzujących się największym zanieczyszczeniem powietrza, przeprowadzone zostały akcje informacyjne, których celem było podniesienie świadomości mieszkającej tu ludności dotyczącej wpływu zanieczyszczenia powietrza na ich zdrowie.

ze všech příčin, tak konkrétně vlivem expozice znečištěnému ovzduší.

Po provedení výzkumu a formulace závěrů byly v další fázi projektu v 10 městech (5 na polské straně v Opolském vojvodství a 5 na české straně), zpravidla v těch, které se vyznačují největším znečištěním ovzduší, provedeny informační kampaně zaměřené na zvýšení povědomí obyvatel zde žijících o vlivech znečištění ovzduší na jejich zdraví.

Poslední fází byla příprava česko-polské monografie představující a shrnující výsledky realizace projektu. Tato publikace vám umožní seznámit se zkoumanou problematikou a je současně zárukou udržitelnosti projektu Healthair po jeho ukončení.

Ostatním etapem realizaci projektu bylo opracowanie polsko-czeskiej monografii przedstawiającej i podsumowującej jego efekty. Publikacja ta pozwoli Państwu zapoznać się z zagadnieniami przez nas zgłębianymi, stanowiąc gwarancję trwałości projektu Healthair po jego zakończeniu.

1.1. Bibliografia/Bibliografie

[1] EEA, Annual mean BaP concentrations in 2017, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-8> (dostup/přístup: 10.02.2020).

[2] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Opolu, Pięcioletnia ocena jakości powietrza w województwie opolskim. Raport wojewódzki za lata 2014–2018, czerwiec 2019.

[3] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Opolu, czerwiec 2019, Roczna ocena jakości powietrza w województwie opolskim. Raport wojewódzki za rok 2018, kwiecień 2019.

[4] http://www.air-silesia.eu/pl/a762/Strona_Glowna.html (dostup/přístup: 10.09.2018).

[5] http://www.air-silesia.eu/pl/a767/Obszar_dzialania.html (dostup/přístup: 10.09.2018).

[6] <https://healthair.eu/pl/obszar-dzialania.html> (dostup/přístup: 10.10.2018).

[7] https://pl.m.wikipedia.org/wiki/Powiat_Jesionik (dostup/přístup: 10.01.2020).

[8] https://pl.wikipedia.org/wiki/Wysoki_Jesionik (dostup/přístup: 10.01.2020).

[9] Otakar Brandos, Jeseníky/pohoří Hrubý Jeseník – treky, turistické trasy, výlety, přírodní poměry, fauna a flóra v CHKO Jeseníky, trekking.cz/regiony/jeseniky.htm (dostup/přístup: 10.01.2020).

[10] Program Operacyjny Współpracy Transgranicznej Republika Czeska–Rzeczpospolita Polska 2007–2013, projekt pt. „Polepszenie jakości powietrza w regionie przygranicznym Czechy–Polska (CLEANBORDER)”, numer umowy: Cz.3.22/1.2.00/08.0010406Sr3P0002, termin realizacji: 2008–2011.

2.

OPIS OBSZARU ZAINTERESOWANIA

Projekt HEALTHAIR był realizowany na pograniczu polsko-czeskim w województwie opolskim (PL) i w całym kraju morawsko-śląskim (CZ) oraz części łódzkiego, konkretnie powiat Jeseník. W poniższym rozdziale opisane zostaną najważniejsze informacje na temat obszaru zainteresowania.

Region województwa opolskiego można podzielić na dwie podstawowe części. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z 2 sierpnia 2012 r. w sprawie stref [2], gdzie dokonywana jest ocena jakości powietrza, województwo opolskie zostało podzielone na dwie strefy: miasto Opole oraz strefę opolską, czyli pozostały obszar województwa (tab. 2.1, ryc. 2.1).

POPIS ZÁJMÓVÉ OBLASTI

Projekt HEALTHAIR byl realizován v oblasti česko-polského příhraniční zahrnujícího území Opolského vojvodství (PL), celý Moravskoslezský kraj a část Olomouckého kraje, konkrétně okres Jeseník (CZ). V následující kapitole jsou uvedeny nejdůležitější údaje o této zájmové oblasti.

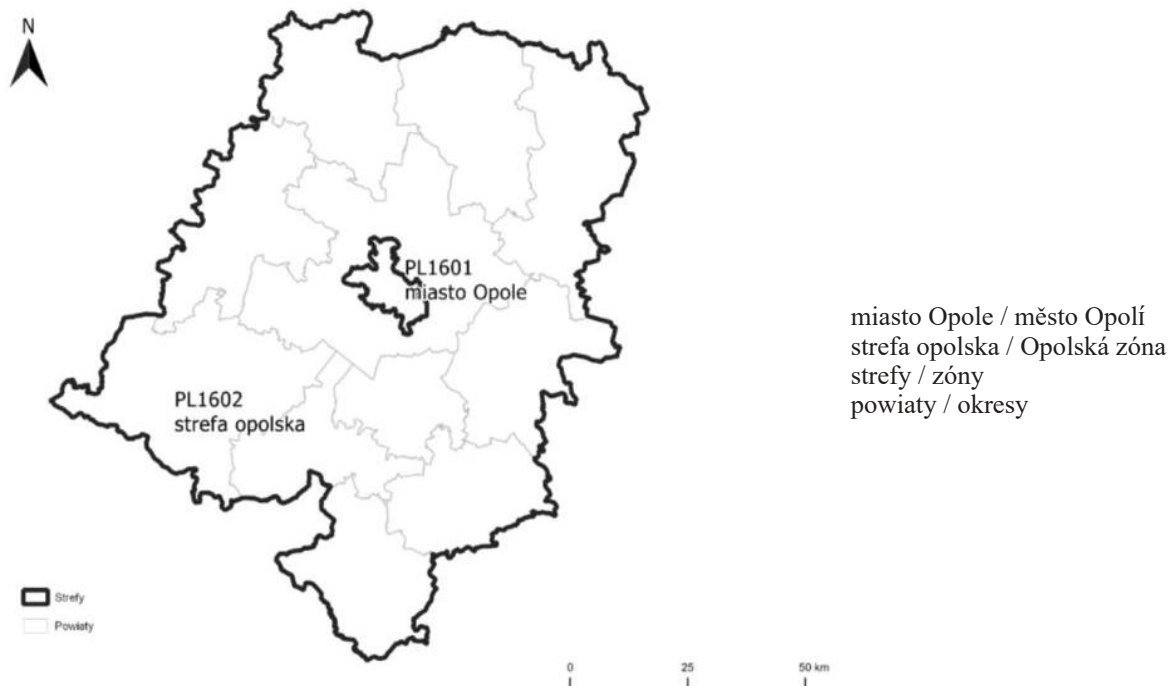
Opolské vojvodství lze rozdělit na dvě základní části. Na základě vyhlášky polského Ministerstva životního prostředí ze dne 2. srpna 2012 o vymezení zón [2], ve kterých probíhá sledování kvality ovzduší, bylo Opolské vojvodství rozděleno do dvou zón – na město Opole a opolskou zónu, tedy zbývající správní území tohoto vojvodství (tab. 2.1, obr. 2.1).

Tabela 2.1. Podział na strefy w województwie opolskim – stan na 2018 rok

Tabulka 2.1. Vymezení zón v Opolském vojvodství – stav v roce 2018

Lp./Č.	Nazwa strefy/ /Název zóny	Kod strefy/ /Kód zóny	Typ strefy/Typ zóny	Powierzchnia strefy/ /Plocha zóny [km ²]	Liczba mieszkańców strefy/Počet obyvatel
1	Miasto/Město Opole	PL 1601	miasto powyżej 100 000 mieszkańców/ /město s více než 100 000 obyvateli	149	128 224
2	Strefa opolska/ /Opolská zóna	PL 1602	reszta województwa/ostatní plocha vojvodství	9 263	859 790

Źródło / Zdroj: www.opole.pios.gov.pl (dostęp/přístup: 09.03.2020).



Źródło / Zdroj: www.opole.pios.gov.pl (dostęp/přístup: 09.03.2020).

Rycina 2.1. Podział województwa opolskiego na strefy

Obrázek 2.1. Vymezení zón v Opolském vojvodství

Województwo opolskie zlokalizowane jest w południowo-zachodniej części Polski. Sąsiaduje bezpośrednio z czterema województwami: od północy z wielkopolskim i łódzkim, od wschodu ze śląskim, a od zachodu z dolnośląskim, natomiast od południa graniczy z Republiką Czeską. Zajmuje obszar 9412 km², co stanowi 3% powierzchni kraju [5]. Biorąc pod uwagę struktury przyrodnicze, demograficzne, gospodarcze, infrastrukturalne, osadnicze i przestrzenne, obszar województwa uznawany jest za region ukształtowany historycznie. Pod względem administracyjnym województwo opolskie podzielone jest na 12 powiatów, w tym 1 powiat grodzki – Opole, oraz na 71 gmin [5]. Stolicą regionu jest miasto Opole. Liczba ludności województwa opolskiego zgodnie z danymi GUS w 2018 r. wynosiła 988 tys. mieszkańców [5]. Populacja województwa stanowi 2,6% ogółu ludności kraju. Średnia gęstość zaludnienia Opolszczyzny wynosi 105 osób/km². Do największych miast województwa, poza Opolem, należą Kędzierzyn-Koźle (62 tys. mieszkańców), Nysa (44 tys. mieszkańców) i Brzeg (36 tys. mieszkańców). Województwo opolskie położone jest u zbiegu trzech regionów geograficznych: Niziny Śląskiej, Wyżyny Śląsko-Krakowskiej oraz Sudetów. Takie ukształtowanie przestrzenne zapewnia charakter otwartej na zachód niecki, której centralną osią jest rzeka Odra wraz z dopływami. Rzeźba terenu ukształtowana jest przez Kotlinę Raciborską w południowo-wschodniej części, Podgórze Sudeckie na południowym zachodzie, Garb Chełmski i Równinę Niemodlińską w części centralnej oraz Równinę Opolską na pozostałym obszarze. Najwyższym wzniesieniem województwa jest Biskupia Kopa (890 m n.p.m.) znajdująca się w Górach Opawskich, natomiast najniższą położoną miejscowością jest wieś Błota (ok. 130 m n.p.m.), zlokalizowana na terenie gminy Lubsza [4]. Na obszarze Opolskiego przeważają tereny równinne. Warunki klimatyczne województwa charakteryzują się wysoką średnią temperaturą roczną wynoszącą 9,9°C. Wysokość opadów atmosferycznych w ostatniej dekadzie osiągnęła wartość średnią na poziomie 577 mm [3]. W regionie występują długie, łagodne jesienie, krótkotrwałe zimy, wczesne wiosny oraz ciepłe lata, co związane jest z istnieniem przewagi wiatrów wiejących najczęściej z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego. Takie warunki klimatyczne są sprzyjające dla długiego okresu wegetacji, który na Opolszczyźnie wynosi powyżej 220 dni [4, 3]. Na terenie województwa występuje dobrze rozbudowana sieć hydrograficzna, której główną oś stanowi rzeka Odra. Przepływa ona przez województwo opolskie z południowego wschodu na północny zachód, zgodnie z kierunkiem nachylenia terenu. Największymi, pod względem powierzchni zlewni, dopływami Odry są: Mała Panew, Stobrawa, Bierawka, Kłodnica, Nysa Kłodzka i Osobłoga. Obszar województwa opolskie-

Opolskie wojvodství leží v jihozápadní části Polska. Bezprostředně sousedí se čtyřmi dalšími vojvodstvími – severně s Velkopolským a Lodžským, východně se Slezským, západně s Dolnoslezským a na jihu hraničí s Českou republikou. Zaujímá plochu 9412 km², což jsou 3 % plochy Polska [5]. S ohledem na přírodní, demografické, hospodářské, infrastrukturní, sídelní a územní poměry je oblast vojvodství považována za historicky formovaný region. Z hlediska správního je Opolské vojvodství rozděleno na 12 okresů, včetně 1 městského okresu – města Opolí, a na 71 obcí [5]. Vojvodským městem je Opolí. Podle údajů Polského statistického úřadu (GUS) počet obyvatel Opolského vojvodství v roce 2018 dosáhl 988 tisíc [5]. Tato populace tvoří 2,6 % celkového počtu obyvatel Polska. Průměrná hustota zalidnění Opolského vojvodství činí 105 osob/km². K největším městům vojvodství mimo Opolí patří Kędzierzyn-Koźle (62 tis. obyvatel), Nisa (44 tis. obyvatel) a Brzeg (36 tis. obyvatel). Opolské vojvodství leží na pomezí tří geografických regionů: Slezské nížiny, Slezské vrchoviny a Krkonošsko-jesenické soustavy. Tento tvar představuje k západu otevřenou pánev, jejíž ústřední osu tvoří řeka Odra s přítoky. Reliéf terénu je v jihovýchodní části ovlivněn Ratibořskou kotlinou, Krkonošským předhůřím na jihozápadě, výběžkem Slezské vrchoviny a Niemodlińskou nížinou ve střední části a Opolskou nížinou na zbývajícím území. Nejvyšším bodem vojvodství je vrchol Biskupské kupy (890 m n.m.) ve Zlatohorské vrchovině (Góry Opawskie), nejnižší položeným sídlem je část obce Błota (cca 130 m n.m.), která je součástí obce Lubsza [4]. Na území Opolského vojvodství převažují rovinaté plochy. Klimatické podmínky vojvodství se vyznačují vysokou průměrnou roční teplotou dosahující 9,9 °C. Úhrn atmosférických srážek dosáhl v poslední dekádě průměrné hodnoty 577 mm [3]. V regionu jsou časté dlouhé, mírné podzimy, krátké zimy s brzkým nástupem jara a teplá letní období, což je spojeno s prouděním vzduchu převážně ze západu a jihozápadu. Takové klimatické podmínky přispívají k dlouhému vegetačnímu období, které zde dosahuje 220 dnů [4, 3]. Na území vojvodství je hustá hydrografická síť, jejíž hlavní osou je řeka Odra, která Opolským vojvodstvím protéká z jihovýchodu k severozápadu dle převažujícího sklonu terénu. Největšími přítoky Odry dle plochy povodí jsou: Mała Panew, Stobrawa, Bierawka, Kłodnica, Nysa Kłodzka a Osobłoga. Na území Opolského vojvodství se nevyskytují velké, přírodní vodní plochy, vyjma vybudovaných retenčních nádrží (Turawa, Nisa, Otmuchów) [4]. Lesy pokrývají 257,7 tisíc hektarů plochy Opolského vojvodství, díky čemuž lesnatost dosahuje 26,7 % a to vojvodství řadí na 11. místo v Polsku. Lesní porosty

go pozbawiony jest dużych, naturalnych zbiorników wód powierzchniowych, jedynie w wyniku działalności człowieka powstały zbiorniki retencyjne (Tura-wa, Nysa, Otmuchów) [4]. Lasy zajmują 257,7 tys. ha powierzchni Opolszczyzny, a lesistość terenu, która wynosi 26,7%, lokuje województwo na 11. miejscu w kraju. Tereny leśne są dość zróżnicowane, dominującymi siedliskami są siedliska borowe i lasy mieszane. Na obszarach leśnych, które zachowały swój charakter, powstały trzy parki krajobrazowe:

- Stobrawski Park Krajobrazowy (52,6 tys. ha),
- Park Krajobrazowy „Góra św. Anny” (5,1 tys. ha),
- Park Krajobrazowy „Góry Opawskie” (4,9 tys. ha)

[4, 3].

W granicach województwa opolskiego występują obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, o łącznej powierzchni 72,6 tys. ha. Są to 4 obszary specjalnej ochrony ptaków oraz 20 obszarów siedliskowych. Duże nagromadzenie surowców mineralnych, w szczególności wapieni, margli, piasków podsadzkowych, kamieni, gliniek i ilów, jako surowców do produkcji ceramiki budowlanej oraz kruszyw dla budownictwa i drogownictwa, stanowią dobrą bazę surowcową dla gospodarki województwa, a także mają znaczny udział w produkcji krajowej. Dzięki bogactwu surowców mineralnych w województwie obserwuje się rozwój przemysłu cementowo-wapienniczego. Istotny udział w produkcji przemysłowej na Opolszczyźnie odnotowuje się także w przypadku przemysłu spożywczego. Dużą rolę odgrywa: przetwórstwo owoców i warzyw, produkcja wyrobów mleczarskich, produkcja wyrobów piekarskich, ciastkarskich i cukierniczych oraz produkcja cukru [4].

Region kraju morawsko-śląskiego jest bardzo zróżnicowany geograficznie. Od zachodu otoczony jest masywem Hrubý Jeseník z najwyższym szczytem Pradziadem (1491 m n.p.m.). Centralna część regionu charakteryzuje się gęsto zaludnionym terenem nizinnym Niziny Opawskiej, Kotliny Ostrawskiej i Bramy Morawskiej. Na południowym wschodzie znajduje się Beskid Morawsko-Śląski z najwyższym szczytem Łysa Góra (1323 m n.p.m.). Region leży w północno-wschodniej części Republiki Czeskiej.

Region morawsko-śląski podzielony jest na 6 powiatów (ryc. 2.2, tab. 2.2): Bruntál, Frýdek-Místek, Karviná, Nový Jičín, Opava i Ostrava-město.

Kraj morawsko-śląski zajmuje powierzchnię 5430 km², co stanowi 6,9% terytorium Republiki Czeskiej. Ponad połowę powierzchni tegoż regionu stanowią grunty rolne, a ponad 35% to tereny leśne. Oprócz zasobów naturalnych w regionie znajdują się bogate zasoby mineralne – węgiel kamienny, a także złoża gazu ziemnego i innych surowców, takich jak wapień, granit, marmur, łupki, gips, żwir, piasek i glina ceglana. Najważniejszym ciekim wodnym jest rzeka Odra, której dopływami są: Opawa, Morawica, Ostrawica i Olza.

jsou druhově pestré; převažují bory a smíšené lesy. V zalesněných oblastech, které si udržely svůj původní ráz, byly zřízeny chráněné krajinné oblasti:

- Stobrawski Park Krajobrazowy (52,6 tis. ha),
- Park Krajobrazowy „Góra św. Anny” (5,1 tis. ha),
- Park Krajobrazowy „Góry Opawskie” (4,9 tis. ha)

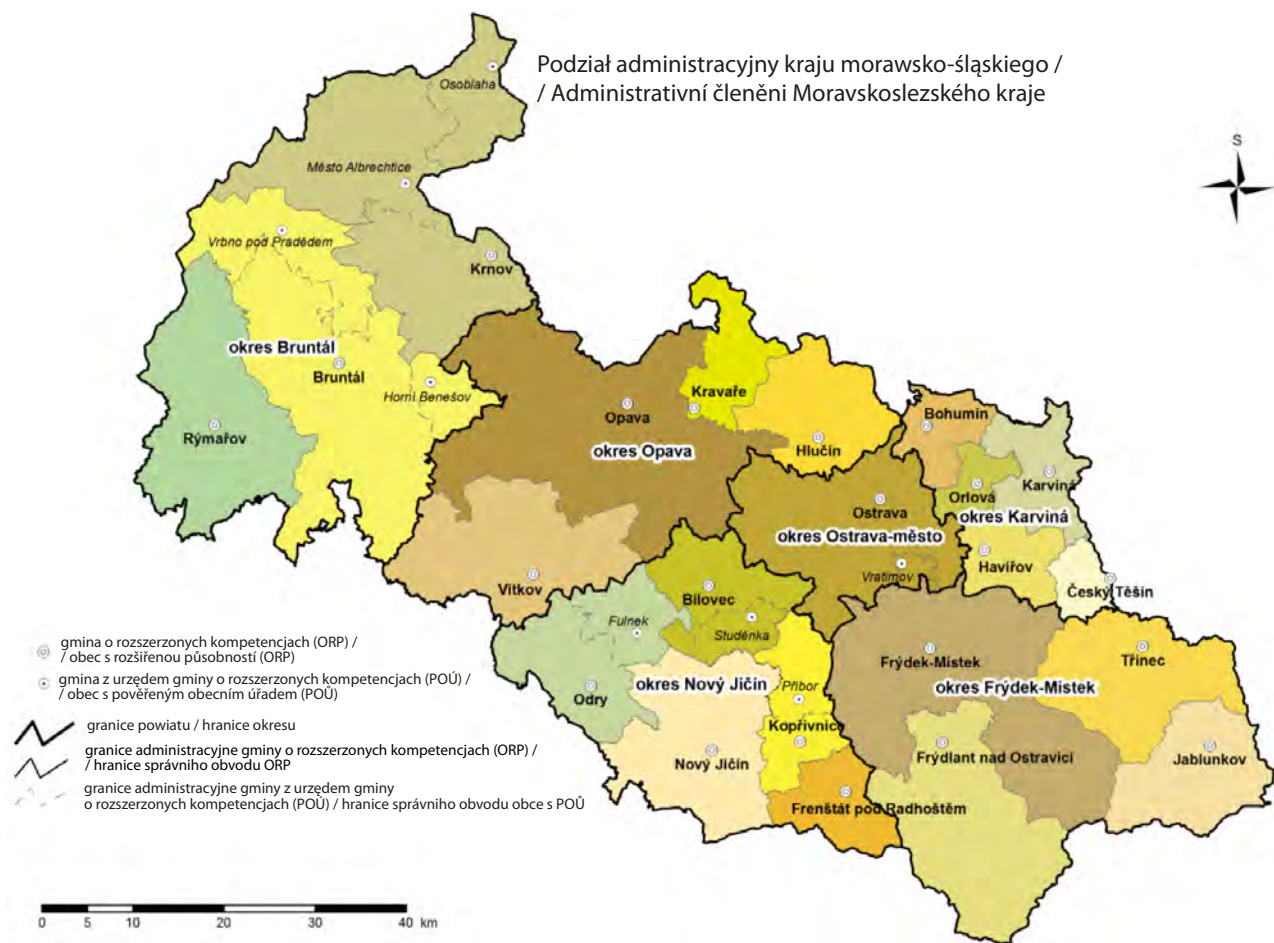
[4, 3].

V rámci Opolského vojvodství najdeme oblasti evropské ekologické soustavy Natura 2000 o celkové ploše 72,6 tis. hektarů. Jedná se o 4 oblasti ochrany ptáků a 20 lokalit s chráněnými stanovišti. Koncentrace nerostných surovin, zejména vápence, slínovců, písku, kamene, hlíny a jílu, jako surovin pro výroby stavební keramiky, drceného kameniva pro stavebnictví a silniční stavitelství představuje dobrou surovinovou základnou pro lokální ekonomiku a má také značný význam pro národní hospodářství. Díky zdrojům nerostných surovin se v rámci vojvodství rozvíjí výroba cementu a zpracování vápence. Významný podíl na průmyslové výrobě má v Opolském vojvodství také potravinářský průmysl. Významnou úlohu sehrává zpracování ovoce a zeleniny, výroba mlékařských výrobků, pekařská a cukrářská výroba [4].

Moravskoslezský kraj je zeměpisně velmi pestrý. V západní části je lemován pohorím Hrubého Jeseníku s nejvyšším vrcholem Pradědem (1491 m n.m.). Centrální část regionu se vyznačuje vysoce zalidněnou oblastí Opavské nížiny, Ostravské pánve a Moravské brány. Jihovýchodní část kraje tvoří pásmo Moravskoslezských Beskyd s nejvyšší Lysou horou (1323 m n.m.). Kraj leží v severovýchodní části České republiky.

Moravskoslezský kraj je rozčleněn na 6 okresů (obr. 2.2, tab. 2.2): Bruntál, Frýdek-Místek, Karviná, Nový Jičín, Opava a Ostrava-město.

Moravskoslezský kraj zaujímá plochu 5430 km², což představuje 6,9 % území České republiky. Více než polovinu plochy regionu tvoří zemědělské pozemky, a více než 35 % tvoří lesy. Kromě přírodních zdrojů se v regionu vyskytují také bohaté zdroje nerostných surovin – černého uhlí, zemního plynu a dalších nerostných surovin, jako jsou ložiska vápence, žuly, mramoru, břidlice, sádrovce, šterkopísků a cihlářských hlín. Nejdůležitějších vodním tokem je řeka Odra, jejímiž přítoky jsou Opava, Moravice, Ostravice a Olše.



Rycina 2.2. Region kraju morawsko-śląskiego [6, 1]

Obrázek 2.2. Moravskoslezský kraj [6, 1]

Tabela 2.2. Podział na powiaty w kraju morawsko-śląskiego – stan na 2019 rok [6, 1]

Tabulka 2.2. Okresy Moravskoslezského kraje – stav v roce 2019 [6, 1]

Lp./Č.	Nazwa powiatu/Okres	Powierzchnia/Plocha [km ²]	Liczba mieszkańców powiatu/Počet obyvatel okresu	
			ogółem/celkem [powyżej]	na 1 km ²
1	Frýdek-Místek	1 208	214 000	177
2	Karviná	356	247 000	694
3	Nový Jičín	882	151 000	171
4	Bruntál	1 537	92 000	60
5	Ostrava-město	331	321 000	965
6	Opava	1 116	176 000	157

2.1. Warunki topograficzne

Teren badań obszaru HEALTHAIR w sposób poglądowy przedstawiono na rycinie 2.3.

Charakter i rzeźba obszaru opracowania są pod względem uwarunkowań fizycznogeograficznych dość zróżnicowane (ryc. 2.4). Według podziału [7], na obszarze projektu wyróżnia się następujące jednostki – prowincje:

- Niż Środoeuropejski (31) (Polska),
- Wyżyny Polskie (34) (Polska),
- Masyw Czeski (33) (Czechy),
- Karpaty Zachodnie z Podkarpaciem Zachodnim i Północnym (51) (Czechy).

Zróżnicowane formy rzeźby na analizowanym obszarze skutkują różnorodnością form terenu w poszczególnych regionach HEALTHAIR.

Ukształtowanie terenu w **województwie opolskim** cechuje płaska równina i dość nisko położone obszary oraz stanowiące pozostałości po zlodowaczeniu środkowopolskim – szerokie doliny 2 głównych rzek tego regionu: Odry i Nisy Kłodzkiej wraz z falistymi wzniesieniami i wzgórzami (fragmenty Przedgórze Sudeckiego) oraz niewielkim odsetkiem powierzchni województwa, który stanowią również góry wznoszące się ponad 500 m n.p.m. (Biskupia Kopa – 890 m n.p.m.).

Kraj morawsko-śląski charakteryzuje widoczne zróżnicowanie terenu. Występują tutaj zarówno wysokie obszary górskie, osiagające w najwyższej części regionu wysokość 1491 m n.p.m. (Pradziad), jak i tereny nizinne czy dolinne, które reprezentują najniższy punkt regionu, jakim jest dolina u zbiegu rzek Odry i Olzy (195 m n.p.m.). Region ten otacza masyw Wysokiego Jesionika, łączącego się z Niskim Jesionikiem i Górami Odrzańskimi, wśród których miejscami występują obniżenia terenu, jak chociażby Kotlina Opawsko-Ostrawska w południowym fragmencie Niziny Śląskiej, połączona z korytarzem tworzonym przez Bramę Morawską. Region ten ma charakter przede wszystkim przemysłowy, natomiast ze względu na liczne tereny górskie otaczające kraj morawsko-śląski, zostały wyróżnione także obszary chronione, głównie Obszary Chronionego Krajobrazu (CHKO) Beskidów, Jesioników i Poodří, pokryte w większości lasami, w obrębie których znajdują się również liczne rezerваты i pomniki przyrody. W kraju morawsko-śląskim znajduje się przeważająca część czeskiego Śląska, którego stolicą jest miasto Opawa.

Region Jesenika jest najbardziej wysuniętą na północ częścią kraju olomunieckiego. Obejmuje on Przedgórze Sudeckie – pofałdowaną równinę, miejscami porożcinaną łagodnymi dolinami licznie występujących potoków, i Sudety Wschodnie

2.1. Topografické podmínky

Oblast výzkumu v rámci HEALTHAIR je průhledně uvedena na obrázku 2.3.

Charakter a reliéf zájmového území je z hlediska fyziogeografických podmínek poměrně variabilní (obr. 2.4). V zájmové oblasti projektu [7] rozlišujeme následující jednotky – provincie:

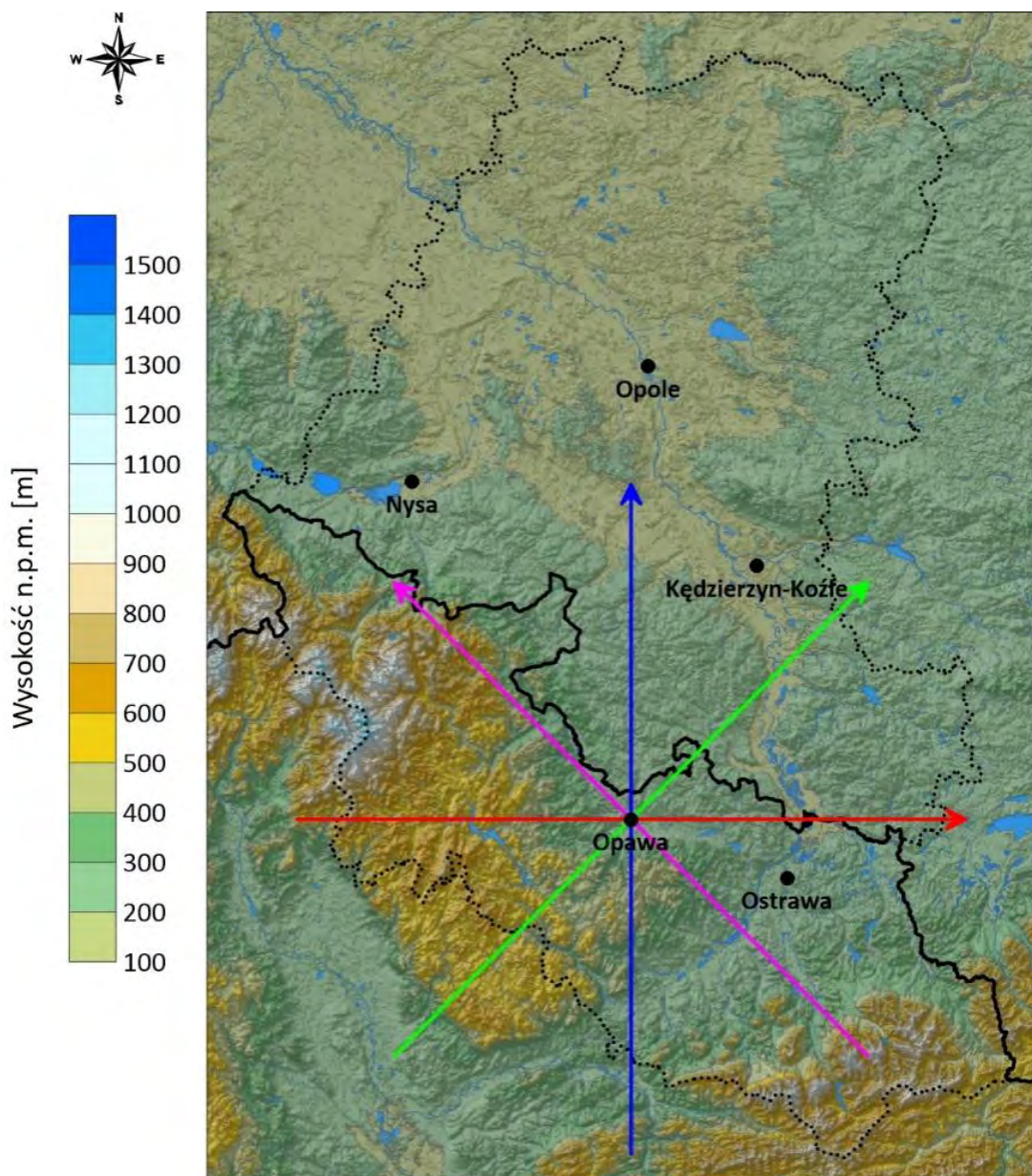
- Středoevropská nížina (31) (Polsko),
- Polské vysočiny (34) (Polsko),
- Český masiv (33) (Česko),
- Západní Karpaty se západním a severním Podkarpatskem (51) (Česko).

Rozličné tvarování zemského povrchu se v posuzované oblasti odráží v pestrosti terénních forem v jednotlivých regionech projektu HEALTHAIR.

Reliéf terénu se v **Opolském vojvodství** vyznačuje plochou rovinou s poměrně nízko položenými oblastmi se stopami vnitropolského zalednění – viz široká údolí 2 hlavních řek tohoto regionu – Odry a Kladské Nisy – se zvládnými vyvýšeninami a vrchy (fragmenty Krkonošsko-jesenického předhůří) s vyvýšeninami překračujícími 500 m n.m. (Biskupská kupa, 890 m n.m.).

Moravskoslezský kraj se vyznačuje výrazně členitým reliéfem terénu. Najdeme zde jak vysoké, horské oblasti, dosahující v nejvyšší části výšky 1491 m n.m. (Praděd), tak nížiny nebo údolí s nejnižšími terénními kótami, jak je tomu u soutoku Odry a Olše (195 m n.m.). Region lemuje masiv Hrubého Jeseníku, propojeného s Nízkým Jeseníkem a Oder-skými vrchy, mezi nimiž se místně vyskytu terénní snížení jako je Opavská a Ostravská pánev v rámci jižní části Slezské nížiny, propojená s koridorem Moravské brány. Jedná se především o průmyslový region, lemovaný horskými oblastmi s chráněnými krajinnými oblastmi Beskydy, Jeseníky a CHKO Poodří, tvořenými hlavně lesními porosty s řadou rezervací a přírodních památek. V Moravskoslezském kraji se nachází převážná část českého Slezska, jehož hlavním městem je Opava.

Jesenicko je nejseverněji vysunutým výběžkem Olomouckého kraje. Najdeme zde Žulovskou pahorkatinu – zvládnou krajinu s četnými potoky a mírnými údolními, součástí Východních Sudet jsou horská pásma Rychlebských hor a Zlatohorské vrchoviny. Nejvyšším bodem je zde vrchol Hrubého Jeseníku Praděd, dosahující výšky 1491 m n.m. Nejvyšším vrcholem Krkonošsko-jesenického předhůří na severu (200–350 m n.m.) je vrch Šleža, s znečišťujícími 718 m n.m. Mimo městská nebo průmyslová střediska zde najdeme oblasti vyznačujícími se živnými, sprášovými půdami podmiňujícími příznivé podmínky k zemědělskému obhospodařování, přesto, oproti polské části, zde značně méně běžnému a populárnímu.



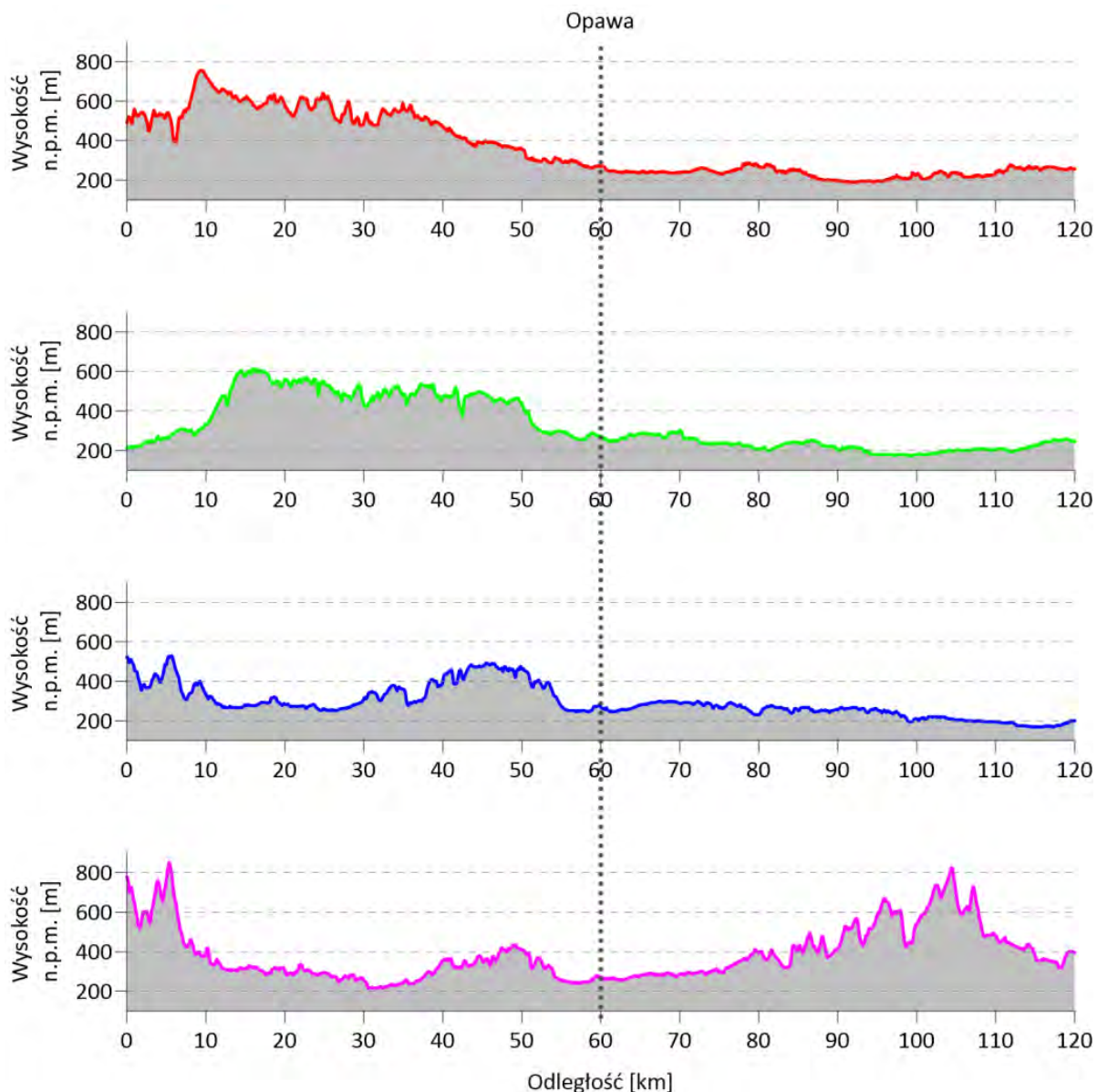
wysokość / nadmořská výška

Rycina 2.3. Mapa topograficzna obszaru HEALTHAIR z zaznaczonymi przekrojami hipsometrycznymi w 8 kierunkach kardynalnych od Opawy

Obrázek 2.3. Topografická mapa oblasti sledované v rámci projektu HEALTHAIR s vyznačenými hypsometrickými průřezy v 8 kardinálních směrech od Opavy

– obejmujące pasma górskie, jakimi są Góry Opawskie i Góry Żłote. Najwyższym punktem jest tu szczyt Jesioników Pradziad, osiągający wysokość 1491 m n.p.m. Graniczące od północy z Sudetami Przedgórze Sudeckie wznosi się na wysokość ok. 200–350 m n.p.m., a najwyższym punktem jest tu twarzielcowe wzniesienie Ślęży o wysokości 718 m n.p.m. Poza ośrodkami miejskimi czy prze-

mysłowymi występują tu obszary, w podłożu których odnotowuje się żyzne gleby lessowe, pylaste, co przekłada się na korzystne warunki dla prowadzenia działalności rolniczej w powiecie, jednak obecnie znacznie mniej popularnej i praktykowanej.



wysokość n.m.p.[m] / výška n.m. [m], odległość [km] / vzdálenost [km]

Rycina 2.4. Przekroje hipsometryczne obszaru badań w 8 kierunkach kardynalnych od Opawy

Obrázek 2.4. Hypsometrické průřezy sledované oblasti v 8 kardinálních směrech od Opavy

2.2. Bibliografia/Bibliografie

[1] Błazek Z. a.a., *Wpływ warunków meteorologicznych na jakość powietrza w obszarze przygranicznym śląska i Moraw*, Ostrava 2013.

[2] Dz.U. poz. 914, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 sierpnia 2012 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza, <http://g.ekspert.infor.pl/> (dostęp/prístup: 9.03.2020).

[3] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Opolu, Pięcioletnia ocena jakości powietrza w województwie opolskim, Raport wojewódzki za lata 2014–2018, czerwiec 2019.

[4] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Opolu, czerwiec 2019, Roczna ocena jakości powietrza w województwie opolskim, raport wojewódzki za rok 2018, kwiecień 2019.

[5] <https://stat.gov.pl/podstawowe-dane/> (dostęp/prístup: 9.03.2020).

[6] <https://www.czso.cz/csu/xt/kraj-okresy> (dostęp/prístup: 9.03.2020).

[7] Solon J., a.a., 2018, *Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data*, „Geographia Polonica” Vol. 91, No. 2, s. 143–170, <https://doi.org/10.7163/GPol.0115> (dostęp/prístup: 28.01.2020).

3.

SUBSTANCJE ZANIECZYSZCZAJĄCE I DOPUSZCZALNE ICH STEŻENIA

W ramach projektu Healthair oceniano wybrane substancje zanieczyszczające powietrze mające wpływ na stan zdrowia populacji. Były to cząstki pyłu zawieszonego PM_{10} i $PM_{2,5}$, dwutlenek azotu (NO_2) i benzo(a)piren (B(a)P). Substancje te wybrano ze względu na dostępność i kompletność danych bazowych na całym przedmiotowym obszarze. Terminologia dotycząca cząstek aerozoli w powietrzu (zawieszonych cząstek stałych) nie jest ujednoczona na poziomie międzynarodowym. Termin cząstki aerozolowe jest podany w ISO 7708 jako wszystkie cząstki otoczone powietrzem. Termin aerozol podaje norma ISO 4225 jako zawiesiny cząstek stałych, ciekłych lub stałych i ciekłych w ośrodku gazowym o znikomej szybkości opadania. Termin ogólny aerozol lub pył zawieszony (total airborne particles) oznacza wszystkie cząstki występujące w danej objętości powietrza. PM (particulate matter) zgodnie z EN 14907 stosowany jest do różnych frakcji cząstek aerozoli, na przykład $PM_{2,5}$ i PM_{10} .

3.1. PM_{10} i $PM_{2,5}$

Aerozole atmosferyczne są wszechobecnym składnikiem powietrza. Jest to zbiór cząstek stałych, ciekłych kropli lub cząstek mieszanych o wielkości od 1 nm do 100 μm . Grupy aerozoli, określanych jako PM_x , są zwykle dzielone według wielkości na PM_{10} , $PM_{2,5}$ i PM_1 , zostały sklasyfikowane pod kątem oddziaływania na zdrowie człowieka.

PM_{10} są normatywnie zdefiniowane jako cząstki, które przechodzą przez selektywny filtr wlotowy zdefiniowany w normie ČSN EN 12341 [2], wykazującym dla średnicy aerodynamicznej 10 μm skuteczność separacji 50%. Podobnie $PM_{2,5}$ są cząstkami, które ze względu na wielkość przejdą przez selektywny filtr wlotowy zdefiniowany w normie ČSN EN 12341 [2], wykazujący dla średnicy aerodynamicznej 2,5 μm skuteczność separacji 50%.

3.2. NO_2

Dwutlenek azotu (NO_2) jest czerwono-brązowym gazem o gryzącym zapachu i wraz z tlenkiem azotu (NO), bezbarwnym bezwonnym gazem, są najważ-

ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY A PŘÍSLUŠNÉ IMISNÍ LIMITY

V rámci projektu Healthair byly hodnoceny vybrané látky znečišťující ovzduší s dopadem na zdravotní stav obyvatelstva. Jednalo se o suspendované částice PM_{10} a $PM_{2,5}$, oxid dusičitý (NO_2) a benzo(a)pyren (dále B(a)P). Tyto látky byly vybrány s ohledem na dostupnost a úplnost podkladových dat v celé zájmové oblasti. Pojmy pro aerosolové částice ve vzduchu (suspended particulate matter) nejsou mezinárodně sjednoceny. Pojem aerosolové částice uvádí norma ISO 7708 jako všechny částice obklopené vzduchem. Pojem aerosol uvádí ISO 4225 jako suspenzi tuhých částic, kapalných částic nebo tuhých a kapalných částic v plynném prostředí, které mají zanedbatelnou pádovou rychlost. Pojem celkový aerosol neboli polévatý prach (total airborne particles) jako všechny částice vyskytující se v daném objemu vzduchu. PM (particulate matter) je podle EN 14907 používán pro různé frakce aerosolových částic, například $PM_{2,5}$ a PM_{10} .

3.1. PM_{10} a $PM_{2,5}$

Atmosférický aerosol je všudypřítomnou složkou ovzduší. Jedná se o soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti od 1 nm do 100 μm . Skupiny aerosolu označované PM_x se obvykle dělí podle velikosti na PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1 a byly vymezeny kvůli vlivu na zdraví člověka.

PM_{10} jsou normativně definovány jako částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem definovaným v ČSN EN 12341 [2], vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 μm odlučovací účinnost 50%. Podobně $PM_{2,5}$ jsou částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem definovaným v ČSN EN 12341 [2], vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 μm odlučovací účinnost 50%.

3.2. NO_2

Oxid dusičitý (NO_2) je červenohnědý plyn štiplavého zápachu a spolu s oxidem dusnatým (NO), bezbarvým plynem bez zápachu, jsou nejvýznamnějšími zástupci skupiny znečišťujících látek souhrnně označovaných jako NO_x – oxidy dusíku [5]. Skupina těchto látek zahrnuje celou škálu oxidů dusíku, do které

niejszymi przedstawicielami grupy zanieczyszczeń określanych jako NO_x – tlenki azotu [5]. Grupa tych substancji obejmuje szeroki zakres tlenków azotu, do których należą ponadto tritlenek diazotu (N_2O_3), tetra-tlenek diazotu (N_2O_4) i pentatlenek diazotu (N_2O_5). Inne tlenki azotu występują w mniejszych ilościach i nie stanowią znaczącego zagrożenia dla zdrowia ludzi ani ekosystemów.

3.3. Benzo(a)piren

Benzo(a)piren ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$) jest przedstawicielem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), jest monitorowany pod kątem zdrowia człowieka [1, 6]. Zgodnie z Protokołem w sprawie trwałych zanieczyszczeń organicznych do Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości [4] monitorowane są jeszcze trzy inne substancje: benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3-c,d)piren i benzo(k)fluoranten [1, 6].

3.4. Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń

Zarówno Republika Czeska, jak i Rzeczypospolita Polska zgodnie z prawodawstwem europejskim [3] podobnie definiują dopuszczalne stężenia, jako maksymalny dopuszczalny poziom zanieczyszczenia powietrza określony w odpowiedniej ustawie o ochronie powietrza, ewentualnie w odpowiednich przepisach wykonawczych [1, 6]. Tabela 3.1. pokazuje dopuszczalne stężenia i dopuszczalną częstotliwość ich przekraczania dla zanieczyszczeń oceniających w projekcie.

Tabela 3.1. Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w powietrzu dla przedmiotowych substancji
Tabulka 3.1. Imisní limity pro zájmové znečišťující látky

Substancja zanieczyszczająca/ /Znečišťující látka	Czas uśredniania/ /Doba průměrování	Dopuszczalne stężenie/Imisní limit [$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$]	Cel ogłoszenia/ /Účel vyhlášení
PM ₁₀	24 godziny / 24 hodin	50 (maksymalna liczba przekroczeń w roku 35x) / / 50 (maximální počet překročení za rok 35x)	Ochrana zdravia ludzi / / Ochrana zdravi lidí
	1 rok kalendarzowy / / 1 kalendářní rok	40	
PM _{2,5}	1 rok kalendarzowy / / 1 kalendářní rok	25*	
NO ₂	1 godzina / 1 hodina	200 (maksymalna liczba przekroczeń w roku 18x) / / 200 (maximální počet překročení za rok 18x)	
	1 rok kalendarzowy / / 1 kalendářní rok	40	
Benzo(a)piren w PM ₁₀ / / Benzo(a)pyren v PM ₁₀	1 rok kalendarzowy / / 1 kalendářní rok	0,001	

* Zgodnie z przepisami czeskimi i polskimi roczne stężenie dopuszczalne dla PM_{2,5} do 01.01.2020: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, od 01.01.2020: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /
/ Dle legislativy Česka i Polska je roční imisní limit pro PM_{2,5} do 01.01.2020: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, od 01.01.2020: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

dále patří oxid dusitý (N_2O_3), tetraoxid dusíku (N_2O_4) a oxid dusičný (N_2O_5). Další oxidy dusíku se vyskytují v menších množstvích a nepředstavují významné riziko pro zdraví lidí ani ekosystémy.

3.3. Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$) je zástupce polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU), který je sledován s ohledem na zdraví lidí [1, 6]. V emisích jsou pak v souladu s Protokolem o perzistentních organických polutantech k Úmluvě o dálkovém znečištění ovzduší přesahujícím hranice států [4] sledovány ještě další tři látky: benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3-c,d)pyren a benzo(k)fluoranten [1, 6].

3.4. Imisní limity

Česko i Polsko definují v souladu s evropskou legislativou [3] imisní limit podobně, a to jako nejvyšší přípustnou úroveň znečištění ovzduší uvedenou v příslušném zákoně o ovzduší, resp. prováděcích předpisech [1, 6]. Imisní limity a přípustné četnosti jejich překročení pro znečišťující látky hodnocené v rámci projektu uvádí tabulka 3.1.

3.5. Bibliografia/Bibliografie

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA, Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, Sbírka zákonů 02.05.2012.
- [2] ČSN EN 12341, Kvalita ovzduší – Referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM_{10} a $PM_{2,5}$, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. Třídící znak: 835612.
- [3] Directive on ambient air quality and cleaner air for Europe (Directive 2008/50/EC).
- [4] EVROPSKÁ HOSPODÁŘSKÁ KOMISE ORGANIZACE SPOJENÝCH NÁRODŮ, Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution). Geneva (Switzerland), 13.11.1979, <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1979.CLRTAP.e.pdf> (dostup/přístup: 20.12.2019).
- [5] Oxidy dusíku (NO_x/NO_2) [online], Integrovaný registr znečištění, Praha: CENIA a Ministerstvo životního prostředí, 2019, https://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_dusiku.pdf (dostup/přístup: 20.12.2019).
- [6] RZECZYPOSPOLITA POLSKA, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, Dziennik Ustaw 18.09.2012.

4.

WARUNKI METEOROLOGICZNE OBSZARU HEALTHAIR I ICH WPŁYW NA JAKOŚĆ POWIETRZA

4.1. Wpływ czynników meteorologicznych na jakość powietrza

Choć lista substancji zanieczyszczających powietrze a wpływających na zdrowie ludzi jest dość długa, w niniejszym rozdziale przedstawiono przede wszystkim wpływ warunków meteorologicznych na koncentrację pyłu jako czynnika najgroźniejszego dla zdrowia – obok B(a)P, a przy tym stosunkowo łatwego do analizy [4]. Pył zawieszony znajdujący się w atmosferze może mieć zarówno pochodzenie naturalne, jak i antropogeniczne. Jego naturalnymi źródłami są zanieczyszczenia biologiczne, sól morską, emisje wulkaniczne, procesy przemian jego gazowych prekursorów lub pylenie wtórne naturalnych powierzchni podłoża, a także pożary lasów i pył kosmogeniczny. Z kolei źródłem pyłu zawieszonego pochodzenia antropogenicznego jest głównie spalanie biomasy, pyły ze spalania paliw kopalnych i wtórne pylenie z obszarów przekształconych antropogenicznie. Wtórna emisja PM pochodzi także z przemian jego gazowych prekursorów emitowanych do atmosfery w wyniku procesów antropogenicznych [14]. Pył zawieszony w atmosferze podlega wielu skomplikowanym procesom fizycznym i chemicznym. Większe cząstki pyłu sedimentują grawitacyjnie, mniejsze tworzą między innymi jądra kondensacji dla chmur i w wyniku opadów atmosferycznych są wymywane z atmosfery. Jednocześnie niektóre cząstki PM pozostają w atmosferze przez dłuższy czas, podlegając procesowi transportu poziomego i pionowego. Wreszcie skutek przemian chemicznych z jego prekursorów gazowych powstaje ozon w atmosferze jako zanieczyszczenie wtórne [9]. W procesie tym biorą udział warunki meteorologiczne, które determinują wielkość jego stężeń w atmosferze. Ze względu na skomplikowany charakter związku czynników meteorologicznych z zanieczyszczeniem pyłowym niezwykle trudno jest wskazać jednoznaczne oddziaływania poszczególnych elementów meteorologicznych na stężenia pyłu zawieszonego.

Dość przestać na stwierdzeniu, że warunki me-

METEOROLOGICZNE PODMÍNKY OBLASTI HEALTHAIR A JEJICH VLV NA KVALITU OVZDUŠÍ

4.1. Vliv meteorologických faktorů na kvalitu ovzduší

I když je seznam látek znečišťujících ovzduší a ovlivňujících lidské zdraví poměrně dlouhý, tato kapitola představuje hlavně vliv meteorologických podmínek na koncentraci prachu jako nejnebezpečnějšího faktoru z hlediska vlivu na zdraví – kromě B(a)P, a který je relativně snadno analyzovatelný [4]. Suspendované prachové částice (PM) nacházející se v atmosféře mohou být jak přírodního, tak antropogenního původu. Jejich přírodními zdroji jsou biologické znečištění, mořská sůl, vulkanické emise, procesy přeměn plynných prekurzorů nebo sekundární prašnost zemského povrchu, a také lesní požáry a kosmogenní prach. Zase zdrojem suspendovaného prachu antropogenního původu je hlavně spalování biomasy, fosilních paliv a sekundární prašnost antropogenně přeměněných oblastí. Sekundární emise PM pochází také z přeměny plynných prekurzorů emitovaných do atmosféry během antropogenních procesů [14]. Suspendované částice procházejí v atmosféře řadou velmi komplikovaných fyzikálních a chemických procesů. Větší částice sedimentují gravitačně, menší tvoří mezi jinými tzv. kondenzační jádra nutná pro vznik mraků a působením atmosférických srážek jsou z atmosféry vyplachovány. Některé částice PM přitom v atmosféře zůstávají po delší dobu a podléhají procesům horizontálního a vertikálního transportu. V neposlední řadě v důsledku chemických reakcí vzniká v atmosféře z plynných prekurzorů sekundární znečištění – ozón [9]. Do tohoto procesu vstupují meteorologické podmínky, které ovlivňují hodnoty koncentrace ozónu v atmosféře. S ohledem na komplikovanou spojitost meteorologických faktorů a znečištění plynnými látkami je mimořádně obtížné prokázat jednoznačně vliv jednotlivých meteorologických faktorů na koncentrace suspendovaných částic. Musíme se tak spokojit s konstatováním, že meteorologické podmínky mohou mít vliv na koncentrace znečištění v ovzduší dvojím způsobem:

teorologiczne mogą oddziaływać na stężenia zanieczyszczeń w powietrzu w sposób dwojaki:

1) poprzez tzw. termiczne sterowanie emisją (im niższa temperatura powietrza w sezonie chłodnym, tym większe zapotrzebowanie na ciepło i większa emisja komunalna tzw. niska emisja);

2) poprzez termiczno-dynamiczne możliwości rozprzestrzeniania zanieczyszczeń (warunki wentylacyjne atmosfery).

4.1.1. Termiczne sterowanie emisją

Termiczne sterowanie emisją ilustrują dobrze zależności średnich miesięcznych stężeń pyłu zawieszonego w zależności od średniej miesięcznej temperatury powietrza. Dla przykładu na rycinie 4.1. pokazano przebieg miesięczny stężeń pyłu zawieszonego PM_{10} na stacjach automatycznych monitoringu jakości powietrza Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska/Państwowego Monitoringu Środowiska (GIOŚ/PMŚ): Kędzierzyn-Koźle, Olesno, Opole na tle średnich miesięcznych temperatur powietrza na stacji synoptycznej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW – PIB) Opole. Nawet bez stosowania zaawansowanego aparatu matematycznego widać wyraźną zależność stężeń PM od temperatury – dowód na tzw. termiczne sterowanie emisją (ryc. 4.1).

Można określić zależność funkcyjną średniemie-

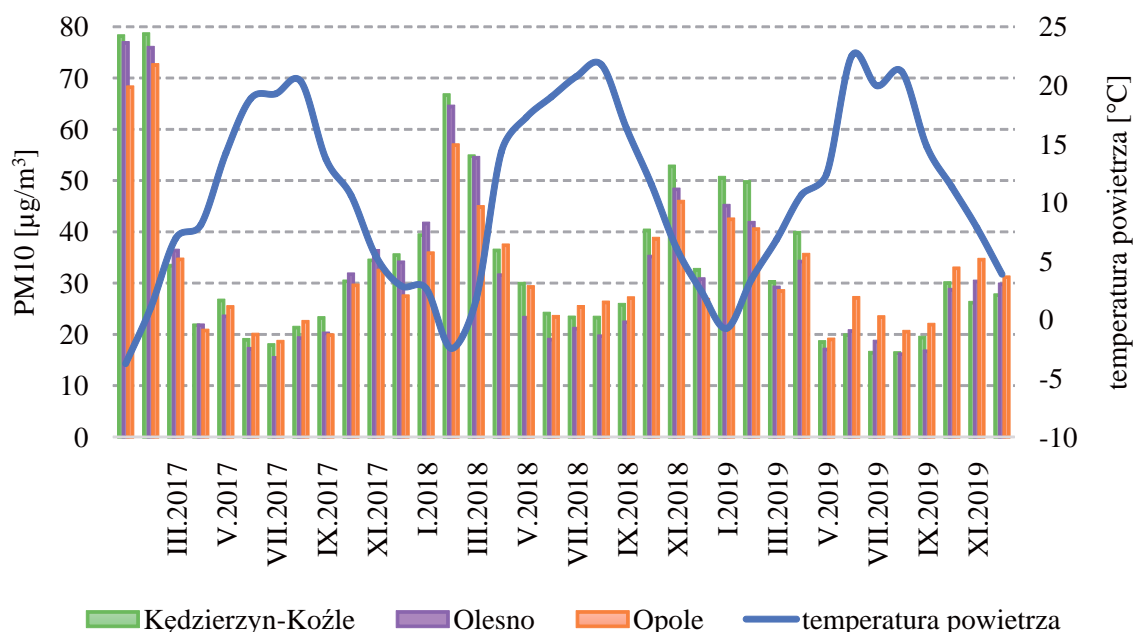
1) wpływem teploty na emisje (čím nižší teplota vzduchu v chladné sezóně, tím vyšší spotřeba tepla a vyšší emisie z domácích topenišť na tuhá paliva, tzv. nízké emisie);

2) teplotně-dynamickým šířením znečištění (ventilační podmínky atmosféry – proudění vzduchu).

4.1.1. Vliv teploty na emisie

Vliv teploty na emisie dobře demonstruje závislost průměrných měsíčních koncentrací suspendovaných částic na průměrné měsíční teplotě vzduchu. Na obrázku 4.1 je uveden vývoj měsíčních koncentrací suspendovaných částic PM_{10} na stanicích automatického monitoringu kvality ovzduší Kędzierzyn-Koźle, Olesno, Opolí, zřízených Hlavní inspekcí ochrany ŽP, zajišťujících státní monitoring životního prostředí (GIOŚ/PMŚ), na podkladu průměrných měsíčních teplot vzduchu na synoptické stanici Institutu meteorologie a vodního hospodářství Státního vědeckého institutu (IMGW – PIB) Opolí. I bez použití vyspělého matematického aparátu lze vidět výraznou souvislost koncentrace suspendovaných částic (PM) a teploty vzduchu (obr. 4.1).

Je možné stanovit funkční závislost průměrných měsíčních koncentrací suspendovaných částic a teploty vzduchu. Tato závislost není lineární a její vizualizace je pro názornost uvedena pro monitorovací stanici kvality ovzduší GIOŚ/PMŚ Olesno (obr. 4.2).



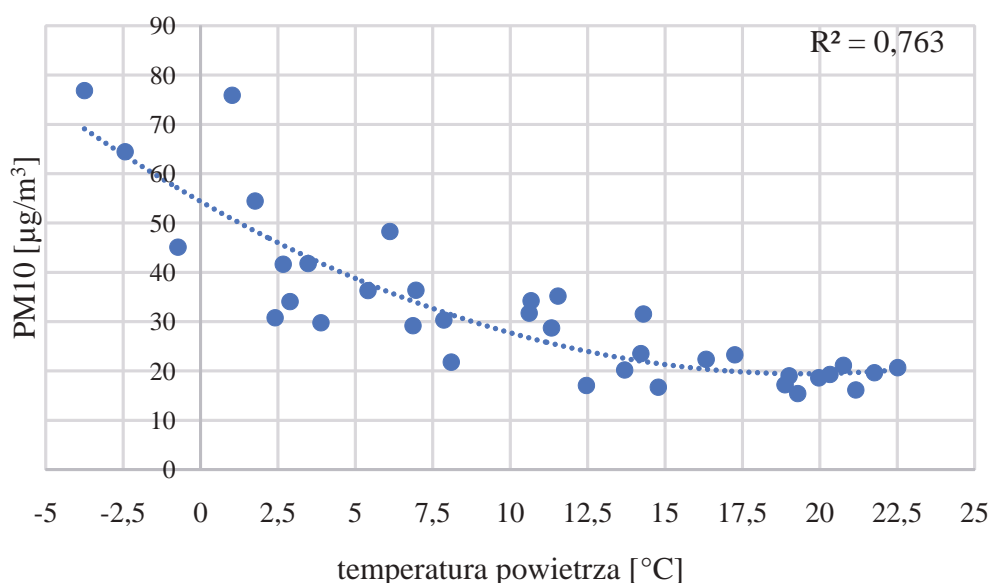
temperatura powietrza / teplota vzduchu

Źródło / Zdroj: Opracowanie IMGW – PIB.

Rycina 4.1. Zależność stężeń PM_{10} od temperatury powietrza, średnie miesięczne wartości z okresu marzec 2017–grudzień 2019

Obrázek 4.1. Závislost koncentrace PM_{10} na teplotě vzduchu, průměrné měsíční hodnoty za období březen 2017–prosinec 2019

Olesno



temperatura powietrza [°C] / teplota vzduchu [°C]

Źródło / Zdroj: Opracowanie IMGW – PIB.

Rycina 4.2. Zależność stężeń PM_{10} od temperatury powietrza, średnie miesięczne wartości z okresu 2017–2019

Obrázek 4.2. Závislost koncentrace PM_{10} na teplotě vzduchu, průměrné měsíční hodnoty za období 2017–2019

sięcznego stężenia pyłu zawieszonego i temperatury powietrza. Zależność ta nie jest liniowa, a jej wizualizację przykładowo przedstawiono dla stacji monitoringu jakości powietrza GIOŚ/PMŚ Olesno (ryc. 4.2).

Należy zatem zauważyć, że o warunkach jakości powietrza w obszarach miejskich w dużym horyzoncie czasowym decydują warunki meteorologiczne, które są zmienne w poszczególnych latach i sezonach roku: sezon niegrzewczy (ciepła połowa roku IV–IX) sezon grzewczy (chłodna połowa roku X–III), co ma odzwierciedlenie w poziomach stężenia PM.

4.1.2. Wpływ warunków termicznych i dynamicznych na stężenia pyłu zawieszonego przy powierzchni ziemi

Najbardziej oczywistym, bezpośrednio widocznym czynnikiem wpływającym na jakość powietrza na badanym obszarze jest oddziaływanie temperatury i wiatru na kształtowanie się warunków równowagi termiczno-dynamicznej w warstwie granicznej atmosfery (WGA). Warstwa ta do wysokości ok. 1 km nad poziomem gruntu (n.p.g.) graniczy bezpośrednio z powierzchnią ziemi i z tego względu występują w niej szczególnie intensywne atmosferyczne procesy fizyczne [19].

Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych

Nutno tedy konstatować, że jakość powietrza w miejskich obszarach podlega w dłuższym czasie meteorologicznym warunkom, które są zmiennymi w czasie i sezonach roku: mimo to (ciepła połowa roku IV–IX), w sezonie grzewczym (chłodna połowa roku X–III), co ma odzwierciedlenie w koncentracjach PM.

4.1.2. Vliv teplotních dynamických podmínek na koncentraci suspendovaných prachových částic u zemského povrchu

Zřejmým, přímo viditelným faktorem ovlivňujícím kvalitu ovzduší v předmetné oblasti je vliv teploty a proudění vzduchu (vítr) na formování rovnovážných termálně-dynamických podmínek v mezní vrstvě atmosféry (MPVA). Tato vrstva do výšky cca 1 km nad zemí se přímo dotýká zemského povrchu a proto se v ní odehrávají intenzivní atmosférické fyzikální procesy [19].

Šíření prachových znečišťujících látek v atmosféře ovlivňují atmosférické turbulence, meteorologické a topografické jevy, druh emisního zdroje a dynamický vzhled znečišťujících látek. Intenzitu turbulencí v přízemní vrstvě atmosféry charakterizuje vertikální teplotní zvrstvení atmosféry, popisované parametrem nazývaným třída stability ovzduší, označovaným

w atmosferze zależy od turbulencji atmosferycznej, zespołu elementów meteorologicznych i topograficznych oraz od rodzaju źródła emisji i dynamicznego wyniesienia smugi zanieczyszczeń. Intensywność turbulencji w WGA charakteryzuje tak zwana pionowa stratyfikacja atmosfery, opisywana za pomocą parametru zwanego klasą stabilności atmosfery, oznaczaną zwyczajowo w skali 6-stopniowej literami: A – klasa stabilności bardzo chwiejna, B – chwiejna, C – lekko chwiejna, D – obojętna, E – stała, F – silnie stała. Natomiast zasięg turbulencji charakteryzuje parametr określany jako wysokość warstwy mieszania [10, 15, 24]. Z punktu widzenia warunków rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza klasy A–D odpowiadają za sytuacje meteorologiczne sprzyjające dobrym warunkom rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza, a klasy E–F za sytuacje ze słabymi warunkami dla rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza w WGA (według klasyfikacji klas stabilności atmosfery Pasquill-Gifford) [11–12, 16]. Podział ten jest oczywiście dość uproszczony i oddaje tylko wpływ ogólnej charakterystyki dwóch elementów meteorologicznych na warunki przewietrzania – wiatru i temperatury powietrza [17] (ryc. 4.3).

Szczególnie silnie warunki meteorologiczne w warstwie granicznej atmosfery wpływają na jakość powietrza w zakresie zanieczyszczeń pyłowych w miesiącach X–III (sezon grzewczy). W tym okresie w przypadku pogody cyklonalnej temperatura powietrza jest zazwyczaj wyższa (towarzyszy jej najczęściej większa prędkość wiatru, opady atmosferyczne, ale i mniej stabilna (chwiejna) klasa równowagi atmosfery. W takich warunkach emisje antropogeniczne pyłu zawieszonego są mniejsze niż podczas pogody wyżowej, a jednocześnie zwiększa się turbulencja w dolnej atmosferze (pod wysokością warstwy inwersyjnej). W przypadku pogody antycyklonalnej radiacyjnie wychłodzenie przyziemnych warstw atmosfery powoduje to, że temperatura powietrza jest niska, a zespół pozostałych czynników meteorologicznych (bezhmurnie, cisza atmosferyczna, wiatr $\geq 0,5$ m/s lub wiatr słaby $> 0,5 - < 3,0$ m/s) powoduje powstawanie stałej równowagi atmosfery, w tym inwersji przyziemnych lub wzniesionych. W takich warunkach stężenia pyłu zawieszonego są zazwyczaj wysokie.

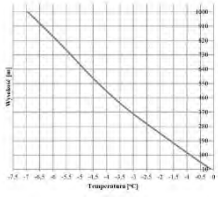
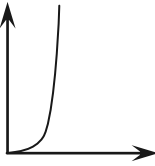

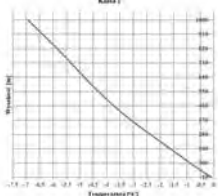
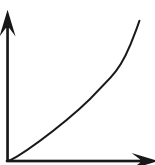

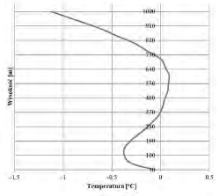
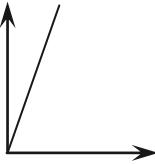
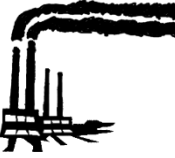
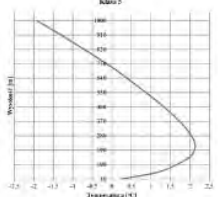
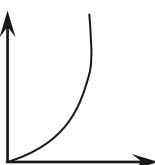

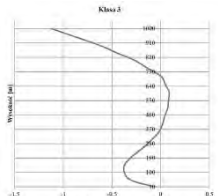
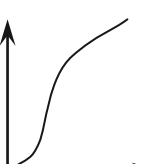

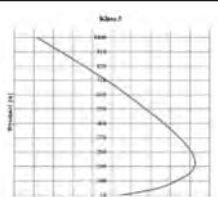


W modelowych warunkach meteorologicznych (typ pogody insolacyjno-radiacyjnej), gdy brak jest wpływu ogólnej cyrkulacji atmosfery, wykształca się charakterystyczny dobowy przebieg stanów stabilności atmosfery, z dobrze zaznaczoną klasą chwiejną, obojętną i stałą w nocy, przejściem porannym (wschód słońca) z warstwą turbulencji resztkowej i podczas przejścia wieczornego (zachód słońca) oraz z rozwojem konwekcji występują klasy stabilności: chwiejna

nejczęściej pismeny a następującymi 6 stopni: A – velmi nestabilní, B – nestabilní, C – lehce nestabilní, D – neutrální, E – stabilní, F – velmi stabilní. Rozsah turbulenci charakterizuje parametr označován jako výška směšovací vrstvy [10, 15, 24]. Z hlediska rozptylových podmínek třídy A–D označují meteorologické situace přispívající dobrým rozptylovým podmínkám, třídy E–F označují situace se špatnými rozptylovými podmínkami v přízemní vrstvě atmosféry (podle Pasquill-Giffordovy klasifikace tříd stability atmosféry) [11–12, 16]. Toto rozdělení je samozřejmě značně zjednodušující a pouze obecně charakterizuje vliv dvou meteorologických jevů – proudění a teploty vzduchu [17] (obr. 4.3).

Zvláště významný vliv na kvalitu ovzduší v přízemní vrstvě atmosféry (výskyt suspendovaných znečišťujících látek) mají meteorologické podmínky v období od října do března (tj. v topné sezóně). V tomto období je, zejména v případě tlakové níže, teplota vzduchu obvykle vyšší (doprovází ji nejčastěji vítr vyšších rychlostí a srážky v méně stabilní atmosféře). Za těchto podmínek jsou antropogenní emise suspendovaných částic menší než při výskytu tlakové výše, kdy se současně zvyšuje turbulence dolní vrstvy atmosféry (pod vrstvou inverzní). V případě tlakové výše vede radiační ochlazení přízemních vrstev atmosféry k tomu, že teplota vzduchu je nízká a soubor ostatních meteorologických jevů (jasno, atmosférický klid, vítr $\geq 0,5$ m/s nebo slabý vítr $> 0,5 - < 3,0$ m/s) přispívá ke stabilitě atmosféry a tím i ke vzniku přízemní nebo zvýšené inverze. Za těchto podmínek jsou koncentrace suspendovaných částic v ovzduší obvykle vysoké.

V modelových meteorologických podmínkách (typ počasí insolačně-radiační), při absenci celkové cirkulace atmosféry, se vytváří typický denní průběh stability atmosféry s dobře vyznačenou třídou nestability, neutrality a stability v nočních hodinách, ranním přechodem (východ slunce) s vrstvou zbytkových turbulencí, večerním přechodem (západ slunce) a rozvojem konvekcí s následujícími třídami stability během dne: nestabilní (A, B, C), neutrální (D) a stabilní (E, F) (na obrázku 4.4 jsou označeny barvami od modré po červenou).

Jiným prvkem znázorňujícím teplotní podmínky v atmosféře jsou tzv. třídy vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry (VTZA). Tyto třídy představují modelový průběh vertikálního teplotního zvrstvení v přízemní vrstvě atmosféry, získaný z měření například pomocí radiometru. Na základě empirických zkoušek realizovaných v rámci vlastních aktivit IMGW – PIB a v rámci projektů AIR BORDER jsme vyčlenili 5 tříd vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry (VTZA) viz tabulka 4.1. Všechny se s různou četností vyskytují v zájmové oblasti projektu HEALTHAIR.

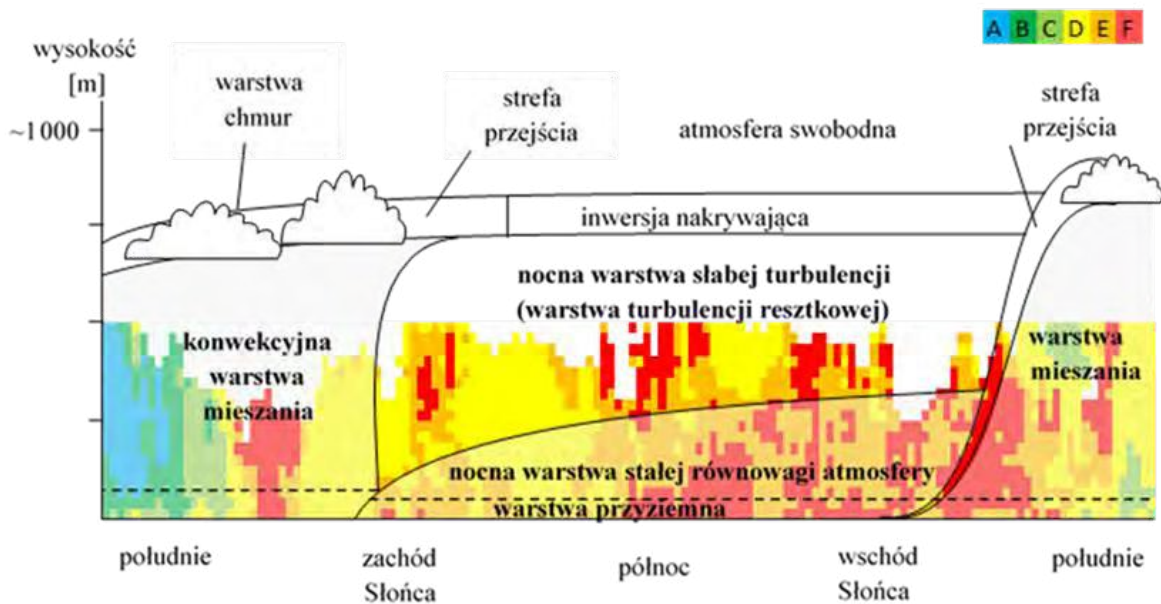
Klasa stabilności atmosfery/Třída stability atmosféry	Temperatura powietrza (radiometr)/Teplota vzduchu (radiometr)	Prędkość wiatru/Rychlost větru	Kształt smugi dymu/Tvar kouřové vlečky	Równowaga atmosfery/Stabilita atmosféry
A, B, C				chwijna/ nestabilní (<i>looping</i>)
D				obojętna/ /neutrální (<i>coning</i>)
E, F – smuga w zasięgu warstwy inwersyjnej / kouřová vlečka v dosahu inverzní vrstvy				stała/stabilní (<i>fanning</i>)
E, F – smuga nad warstwą inwersyjną dolną / kouřová vlečka nad dolní inverzní vrstvou				stała/stabilní (<i>lofting</i>)
E, F – smuga pod warstwą inwersyjną dolną / kouřová vlečka pod dolní inverzní vrstvou				stała/stabilní (<i>fumigation</i>)
E, F – smuga pod warstwą inwersyjną wzniesioną / kouřová vlečka pod zvýšenou inverzní vrstvou				stała/stabilní (<i>trapping</i>)

wysokość/wýška

Źródło: [1] modyfikacja autorów rozdziału. / Zdroj: [1] modifikace autorů kapitoly.

Rycina 4.3. Schematyczne przedstawienia kształtu smugi dymu z emitora punktowego oraz pionowych profili temperatury powietrza z pomiarów radiometrem i prędkości wiatru

Obrázek 4.3. Schématické znázornění kouřové vlečky vystupujícího z bodového emitoru a vertikálních profilů teploty vzduchu (z měření prováděných radiometrem) a rychlosti větru



wysokość / výška
warstwa chmur / vrstva mraků
strefa przejścia / přechodná zóna
atmosfera swobodna / volná atmosféra
inwersja nakrywająca / překryvná inverze
konwekcyjna warstwa mieszania / konvekční směšovací vrstva
nocna warstwa słabej turbulencji / noční vrstva slabých turbulencí (zbytkové turbulence)
warstwa mieszania / směšovací vrstva
nocna warstwa stałej równowagi atmosfery / noční vrstva stále rovnováhy atmosféry
warstwa przyziemna / přizemní vrstva
południe / poledne
zachód słońca / západ Slunce
północ / půlnoc
wschód słońca / východ Slunce
południe / poledne

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [19]. / Zdroj: Vlastní podklady zpracované na základě [19].

Rycina 4.4. Schemat klasycznego dobowego przebiegu struktury warstwy granicznej atmosfery na tle wyznaczonych za pomocą sodaru klas stabilności atmosfery

Obrázek 4.4. Schéma klasického denního průběhu struktury mezní vrstvy atmosféry na pozadí tříd stability ovzduší určených sodarem

Tabela 4.1 Podział klas termicznej stratyfikacji atmosfery (TSA)

Tabulka 4.1. Rozdělení tříd vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry (VTZA)

Klasa TSA/ /Třída VTZA	Typ TSA w warstwie przypoверхniewej WGA/ /Typ VTZA v mezní přizemní vrstvě	Pora doby/Denní doba
1	chwiejna i obojętna / nestabilní a neutrální	dzień / den
2	stabilna / stabilní	wieczór / večer (zachód słońca) / (západ slunce)
3	słabo stabilna / slabě stabilní	poranek / ráno (wschód słońca) / (východ slunce)
4/5	stabilna lub silnie stabilna / stabilní nebo silně stabilní	noc / noc

Źródło: Opracowanie własne. / Zdroj: Vlastní podklady.

(A, B, C), obojętna (D), stała (E, F) w ciągu dnia (na ryc. 4.4 zaznaczone barwami od niebieskiej do czerwonej).

Innym elementem obrazującym rozkład warunków termicznych w atmosferze są tzw. klasy termicznej stratyfikacji atmosfery. Klasy te stanowią modelowy przebieg pionowego gradientu temperatury w warstwie przyziemnej atmosfery, uzyskany z pomiarów na przykład za pomocą radiometru.

Na podstawie badań empirycznych realizowanych w ramach prac własnych IMGW – PIB i projektu AIR BORDER wyodrębniono 5 takich klas termicznej stratyfikacji atmosfery (TSA) – zobacz tabela 4.1. Wszystkie one z różną częstotliwością występują na obszarze HEALTHAIR.

W przebiegu dobowym uśrednionym dla całego roku obserwuje się wyraźną dominację klasy 1 (normalny rozkład temperatury – n.p.g.) w godzinach okołopołudniowych. W godzinach nocnych przewagę uzyskuje klasa 5 (inwersja przyziemna – ryc. 4.5). Te dwie klasy dominują wyraźnie nad pozostałymi, będąc w zgodności z teorią ewolucji struktury warstwy granicznej atmosfery, zgodnie z modelowym przebiegiem Stulla [19] (ryc. 4.4).

Pośrednie TSA (2–4) (ryc. 4.6) w całorocznym przebiegu dobowym mają mniejsze znaczenie, istotnie w poszczególnych przypadkach mogą wpływać na modyfikację dobowego TSA. W szczególności ważne znaczenie, zwłaszcza dla tzw. przejścia wieczornego, ma klasa 2 ze słabo wykształconą inwersją przyziemną, sięgającą ok. 50 m n.p.g., a następnie rozkładem normalnym temperatury powietrza. Z kolei klasa 3 charakteryzująca się rozkładem normalnym temperatury w warstwie przypowierzchniowej, a następnie inwersją wzniesioną od wysokości ok. 150 do ok. 600 m n.p.g., a potem normalnym rozkładem temperatury jest charakterystyczna dla tzw. przejścia porannego (najczęściej występuje w godzinach 6–10 CET). Taki typ rozkładu termicznego z powolnym podnoszeniem się wzniesionych warstw inwersyjnych sprzyja uwalnianiu zanieczyszczeń z wysokich emitorów (emisja punktowa).

Częstość występowania klasy 4 w porównaniu z innymi klasami jest stosunkowo najmniejsza (ryc. 4.5), choć typowy profil tej klasy, charakteryzujący się występowaniem dwóch słabo zaznaczonych warstw inwersyjnych jednej przyziemnej – do wysokości ok. 50 m n.p.g., a drugiej od ok. 400 do 700 m n.p.g., może być odpowiedzialny za słabe warunki wentylacyjne w tych warstwach, co w odniesieniu do warstwy przyziemnej może skutkować zwiększonymi stężeniami pyłu zawieszonego pochodzącego z tzw. niskiej emisji (ryc. 4.4).

Na základě průměrných ročních hodnot je v průběhu dne zřetelná výrazná dominance 1. třídy (normální teplotní zvrstvení nad zemí) v poledních hodinách. V nočních hodinách převažuje 5. třída (přízemní inverze – obr. 4.5). Tyto dvě třídy oproti ostatním výrazně dominují a shodují se s teorií vývoje struktury mezní přízemní vrstvy atmosféry v souladu s modelovým zvrstvením dle Stulla [19] (obr. 4.4).

Třídy 2–4 (obr. 4.6) denního vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry vykazují dle dat menší význam, ačkoli mohou v jednotlivých případech modifikovat denní teplotní zvrstvení atmosféry. Zvláštní význam, zejména v případě večerního přechodu, má 2. třída se slabě vytvořenou přízemní inverzí, dosahující cca 50 m nad zemí s následným normálním rozložením teploty vzduchu. Naopak 3. třída s normálním rozložením teplot ve vrstvě u povrchu země, výškovou inverzí v rozmezí od 150 do cca 600 metrů nad zemí, s následným normálním rozložením teploty je typická pro tzv. ranní přechod, vyskytující se nejčastěji mezi 6–10 hod. SEČ. Tento typ teplotního zvrstvení atmosféry s pomalým stoupáním výškových inverzních vrstev přispívá k rozptylu polutantů z vysokých emitorů (zdroje bodových emisí).

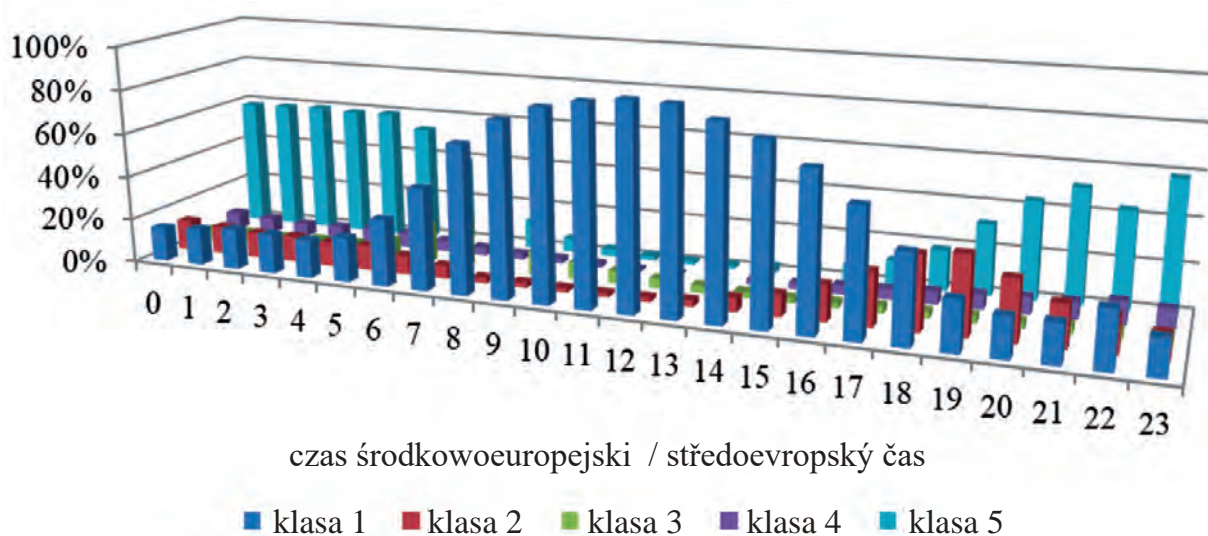
Četnost výskytu 4. třídy je ve srovnání s jinými třídami poměrně nejnižší (obr. 4.5), ačkoli typický profil této třídy, vyznačující se výskytem dvou nevýrazných inverzních vrstev – jedné přízemní do výšky kolem 50 metrů nad zemí a druhé od asi 400 do 700 metrů nad zemí – může být odpovědný za špatné ventilační podmínky v těchto vrstvách, což v případě přízemní vrstvy může vést ke zvýšeným koncentracím suspendovaných částic, pocházejících z tzv. nízké emise (domácích kotelen na tuhá paliva – obr. 4.4).

V zimním období se denní průběh tříd vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry vyznačuje zkrácenou dobou trvání 1. třídy během dne a zvýšeným podílem 2.–4. třídy při téměř identickém podílu 5. třídy (obr. 4.7). Zde stojí za pozornost souvislost četnosti výskytu 5. třídy s délkou noci.

V teplé polovině roku se denní rozložení tříd vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry podobá rozložení ročnímu, s přihlédnutím k teplotnímu vývoji v daném období (porovnejte obr. 4.5 a 4.8). Stanovením procentního podílu jednotlivých tříd během roku byly získány výsledky uvedené v tabulce 4.2.

Jedním z nejdůležitějších prvků práce bylo zkoumání vlivu typů stratifikace atmosféry na koncentraci prachových polutantů. Porovnání bylo provedeno pro celé dny. Srovnáváme průměrné denní koncentrace PM_{10} s jejich procentním podílem v jednotlivých třídách v daném dni.

Klasy 1–5 dla całego roku/Třídy 1– 5 dle ročních průměrů

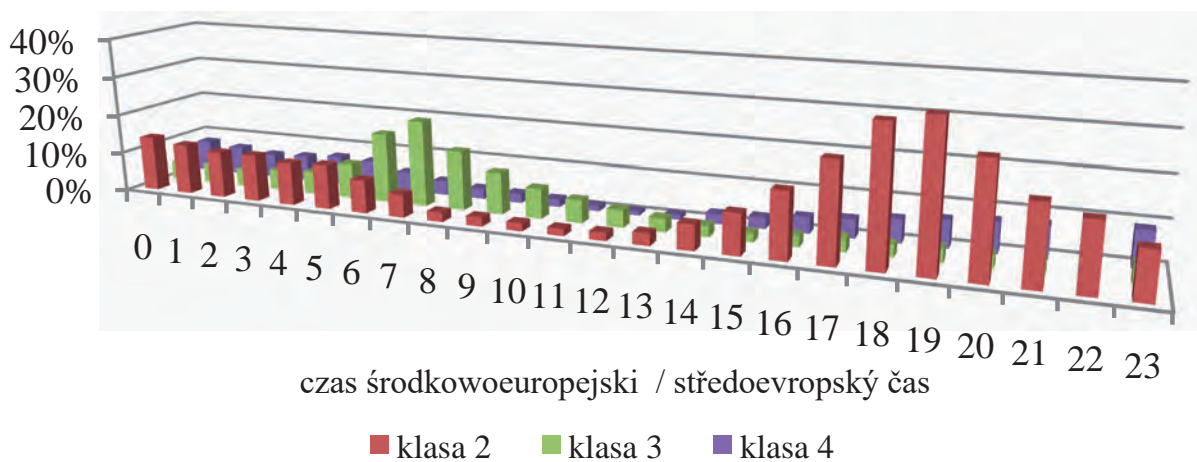


Źródło: Ryc. 4.5–4.11 – opracowanie własne. / Zdroj: Obr. 4.5–4.11 – vlastní podklady.

Rycina 4.5. Przebieg dobowy klas 1–5 termicznej stratyfikacji atmosfery w okolicach Opola dla całego roku

Obrázek 4.5. Denní rozložení 1.–5. třídy vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry v okolí Opolí dle ročních průměrů

Klasy 2–4 dla całego roku/Třídy 2–4 dle ročních průměrů



Rycina 4.6. Przebieg dobowy klas 2–4 termicznej stratyfikacji atmosfery w okolicach Opola dla całego roku

Obrázek 4.6. Denní rozložení 2.–4. třídy vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry v okolí Opolí dle ročních průměrů

W sezonie zimowym dobowy przebieg klas TSA charakteryzuje się skróconym czasem trwania w ciągu doby klasy 1, a wzrostem udziału klas 2–4 przy prawie identycznym udziale klasy 5 (ryc. 4.7). Warty odnotowania jest fakt związku częstości występowania klasy 5 z długością okresu nocnego.

W cieplej połowie roku dobowy przebieg częstości występowania TSA jest podobny do rocznego, uwzględniając warunki termiczne tego okresu (porównaj ryc. 4.5 i 4.8). Wyznaczając udział procentowy poszczególnych klas w roku uzyskano następujące wyniki zamieszczone w tabeli 4.2.

V další části práce jsou uvedené vypočtené korelace koncentrace PM_{10} a třídy vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry z údajů radiometru a dle meteorologických parametrů naměřených na stanici IMGW – PIB Racibórz Studzienna. Závislosti jsou posuzovány v denních časových intervalech (tab. 4.3).

Vyhodnocení výsledků uvedených v tabulce 4.3 poukazuje na silnou souvislost mezi denními koncentracemi PM_{10} v Ratiboři a třídami vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry (1. třída – záporná korelace, 5. třída – kladná korelace), doby výskytu mlhy a zamlžení (kladná korelace). Poněkud slabší sou-

Jednym z ważniejszych elementów pracy było zbadanie wpływu typów stratyfikacji atmosfery na stężenia zanieczyszczeń pyłowych. Porównania przeprowadzono dla całych dob. Zestawiono średnie dobowe stężenie PM_{10} z udziałem procentowym w danej dobie dla poszczególnych klas.

W dalszej części opracowania obliczono korelacje stężenia PM_{10} oraz klasy termicznej stratyfikacji atmosfery z radiometru i parametrów meteorologicznych mierzonych na stacji IMGW – PIB Racibórz Studzienna. Zależności rozpatrywane były w okresach dobowych (tab. 4.3).

vislosti jsou pozorovány u relativní vlhkosti (kladná korelace) a rychlosti větru (korelace vzduchu). Doba trvání 2.–4. třídy zvrstvení atmosféry vykazuje nevýraznou souvislost s průměrnými denními koncentracemi PM_{10} .

Provedené analýzy potvrzují závěry dosavadních šetření týkajících se vlivu meteorologických podmínek na koncentrace suspendovaných částic. Při stabilním průběhu počasí ve smyslu malé typologické variability (reprezentované 1. a 5. třídou) závislosti jsou mezi meteorologickými podmínkami a koncentrací suspendovaných částic dobře zřetelná. Při nestá-

Tabela 4.2. Czas trwania klas termicznej stratyfikacji atmosfery (w %)

Tabulka 4.2. Doba trvání třídy vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry (v %)

Klasa/Třída	Cały rok/Celý rok	Sezon grzewczy X–III/Topná sezóna X–III	Sezon niegrzewczy IV–IX/Mimo topnou sezónu IV–IX
1	47,04	38,53	54,66
2	12,31	15,67	9,29
3	6,42	8,38	4,67
4	4,89	7,70	2,38
5	29,34	29,73	29,00

Źródło: Opracowanie własne. / Zdroj: Vlastní podklady.

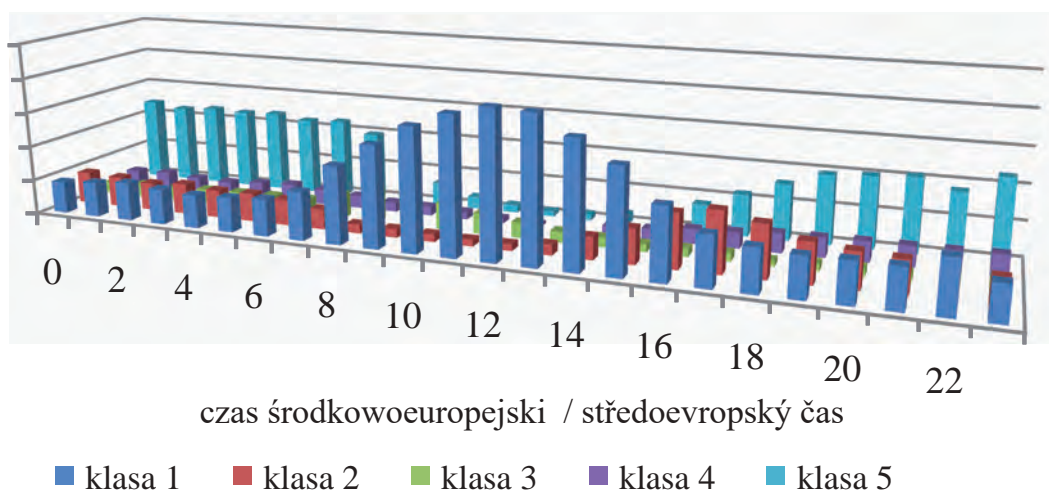
Tabela 4.3. Stężenie PM_{10} a termiczna stratyfikacja atmosferyczna i warunki meteorologiczne w dobie

Tabulka 4.3. Koncentrace PM_{10} , vertikální teplotní zvrstvení atmosféry a meteorologické podmínky během 24 hodin

Czynnik/Faktor	Współczynnik korelacji z PM_{10} /Korelační koeficient s PM_{10}
Klasa / Třída 1	-0,554
Klasa / Třída 2	-0,154
Klasa / Třída 3	0,183
Klasa / Třída 4	0,166
Klasa / Třída 5	0,496
T_{Max}	-0,335
T_{Min}	-0,464
T_{Srd}	-0,399
T_{MiG}	-0,458
Opad atmosferyczny / Atmosférické srážky	-0,113
Czas opadu deszczu / Doba dešťových srážek	-0,110
Czas opadu śniegu / Doba sněhových srážek	0,188
Czas trwania mgły / Doba výskytu mlhy	0,567
Czas trwania zamglenia / Doba zamlžení	0,613
Wilgotność względna / Relativní vlhkost	0,387
Prędkość wiatru [m/s] / Rychlost větru [m/s]	-0,354
Podstawa chmur / Báze mraků	0,175
Widoczność / Viditelnost	-0,718
Zachmurzenie całkowite / Zataženo	0,018

Źródło: Opracowanie własne. / Zdroj: Vlastní podklady.

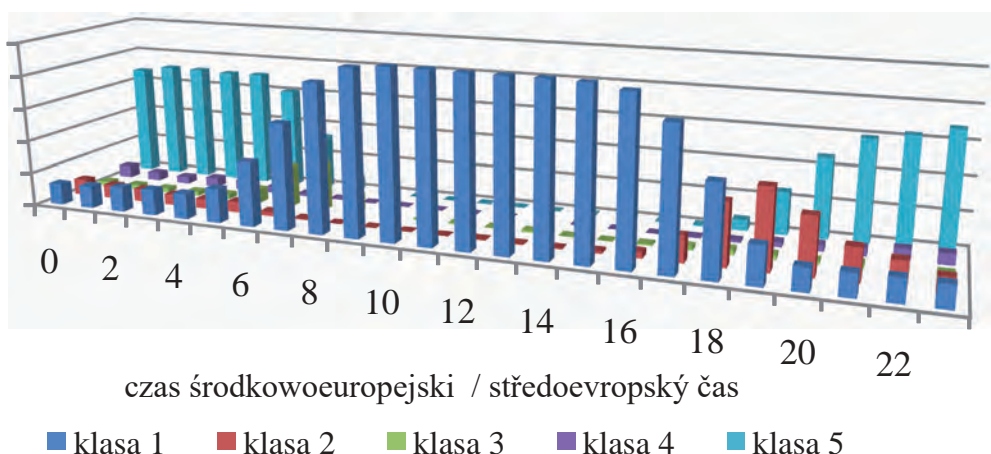
Klasy 1–5 w sezonie grzewczym/Třídy 1–5 v topné sezóně



Rycina 4.7. Przebieg dobowy klas 1–5 termicznej stratyfikacji atmosfery w okolicach Opola w sezonie grzewczym (od października do marca)

Obrázek 4.7. Denní rozložení 1.–5. třídy vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry v Opolí v topné sezóně (od října do března)

Klasy 1–5 w sezonie niegrzewczym/Třídy 1–5 mimo topnou sezónu



Rycina 4.8. Przebieg dobowy klas 1–5 stratyfikacji termicznej atmosfery w okolicach Opola w sezonie niegrzewczym

Obrázek 4.8. Denní rozložení 1.–5. třídy vertikálního teplotního zvrstvení atmosféry v Opolí mimo topnou sezónu

Analiza wyników zawartych w tabeli 4.3 wskazuje na silny związek dobowych stężeń PM_{10} w Raciborzu zależny od klas TSA 1 (korelacja ujemna) i 5 (korelacja dodatnia), a nadto od następujących elementów meteorologicznych charakterystyk termicznych i widoczności (korelacja ujemna), czasu trwania mgły i zamglenia (korelacja dodatnia). Nieco słabsze związki są obserwowane dla wilgotności względnej (korelacja dodatnia) i prędkości wiatru (korelacja powietrza). Czas trwania klas TSA 2–4 wykazuje słaby związek z dobowym stężeniem PM_{10} .

bilním průběhu počasí, reprezentovaném 2.–4. třídou, lze tyto závislosti postihnout obtížněji.

Cílem výše prezentovaných hodnocení bylo ukázat vliv meteorologických podmínek na koncentrace suspendovaných částic obecně, tj. bez přímé demonstrace těchto jevů v zájmové oblasti sledované v rámci projektu. V kapitole 4.2 se uvádí výsledky možného dopadu meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší na zkoumaném území.

Przeprowadzone analizy potwierdzają wnioski z dotychczasowych badań dotyczących wpływu warunków meteorologicznych na stężenia pyłu zawieszonego. W przypadku występowania pogody stabilnej w rozumieniu małej zmienności typologicznej (reprezentowanej przez klasy 1 i 5) zależności pomiędzy warunkami meteorologicznymi a stężeniem pyłu zawieszonego są dobrze zachowane. Gdy występuje pogoda zmienna, reprezentowana m.in. przez klasy 2–4, zależności te są trudniejsze do uchwycenia.

Przedstawione wyżej analizy miały na celu wykazanie wpływu warunków meteorologicznych zarówno na stężenia pyłu zawieszonego głównie w aspekcie uniwersalnym, tj. bez bezpośredniego odniesienia do obszaru realizacji projektu. W rozdziale 4.2 zaprezentowane zostaną wyniki potencjalnego oddziaływania warunków meteorologicznych na jakość powietrza w ujęciu geograficznym obszaru badań.

4.2. Meteorologiczne uwarunkowania zanieczyszczeń powietrza na obszarze HEALTHAIR

Badany obszar charakteryzuje się zarówno dość zróżnicowaną topografią terenu, zwłaszcza na południe od granicy PL–CZ, jak też zmiennymi warunkami potencjalnej emisji zanieczyszczeń.

Czynnik ten oraz uwarunkowania związane z ogólną cyrkulacją atmosfery powodują, że przestrzenne zróżnicowania średniej prędkości wiatru jest dość duże. Poniżej dla ilustracji przedstawiono rozkład średniej rocznej prędkości wiatru na obszarze HEALTHAIR (ryc. 4.9).

Jak wynika z analizy ryciny 4.9, średnia roczna prędkość wiatru na badanym obszarze wykazuje dużą rozpiętość (1,3–3,9 m/s) i dużą przestrzenną zmienność. Uwagę zwraca szeroki pas o stosunkowo wysokich średnich prędkościach wiatru (2,5–3,9 m/s), ciągnący się od południowych granic obszaru HEALTHAIR poprzez przedgórze Jesioników, Płaskowyż Głubczycki, dolinę górnej Odry po Równinę Opolską. Oznacza to, że uśrednione roczne warunki anemologiczne sprzyjają tu dobremu rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń powietrza.

Z kolei najniższe klasy prędkości wiatru (1,3–2,0 m/s) występują w Kotlinach Ostrawskiej i Raciborskiej łącznie z dolinami Rudy i Nacyny (Płaskowyż Rybnicki). Wpływają na to chwilowe sytuacje meteorologiczne w chłodnym sezonie roku, gdyż szczególnie w Kotlinach Raciborskiej i Ostrawskiej dominują niesprzyjające warunki wentylacyjne.

Warunki potencjalnej emisji zanieczyszczeń wyznaczono na podstawie modelu charakteryzującego topografię terenu, zmienność warunków meteorologicznych i sposób zagospodarowania terenu (ryc. 4.10).

4.2. Meteorologiczna východiska znečištění ovzduší v oblasti HEALTHAIR

Posuzovaná oblast se vyznačuje jak poměrně pestrá topografií území, zejména na jih od česko-polské hranice, tak proměnlivými podmínkami potenciálních emisí polutantů.

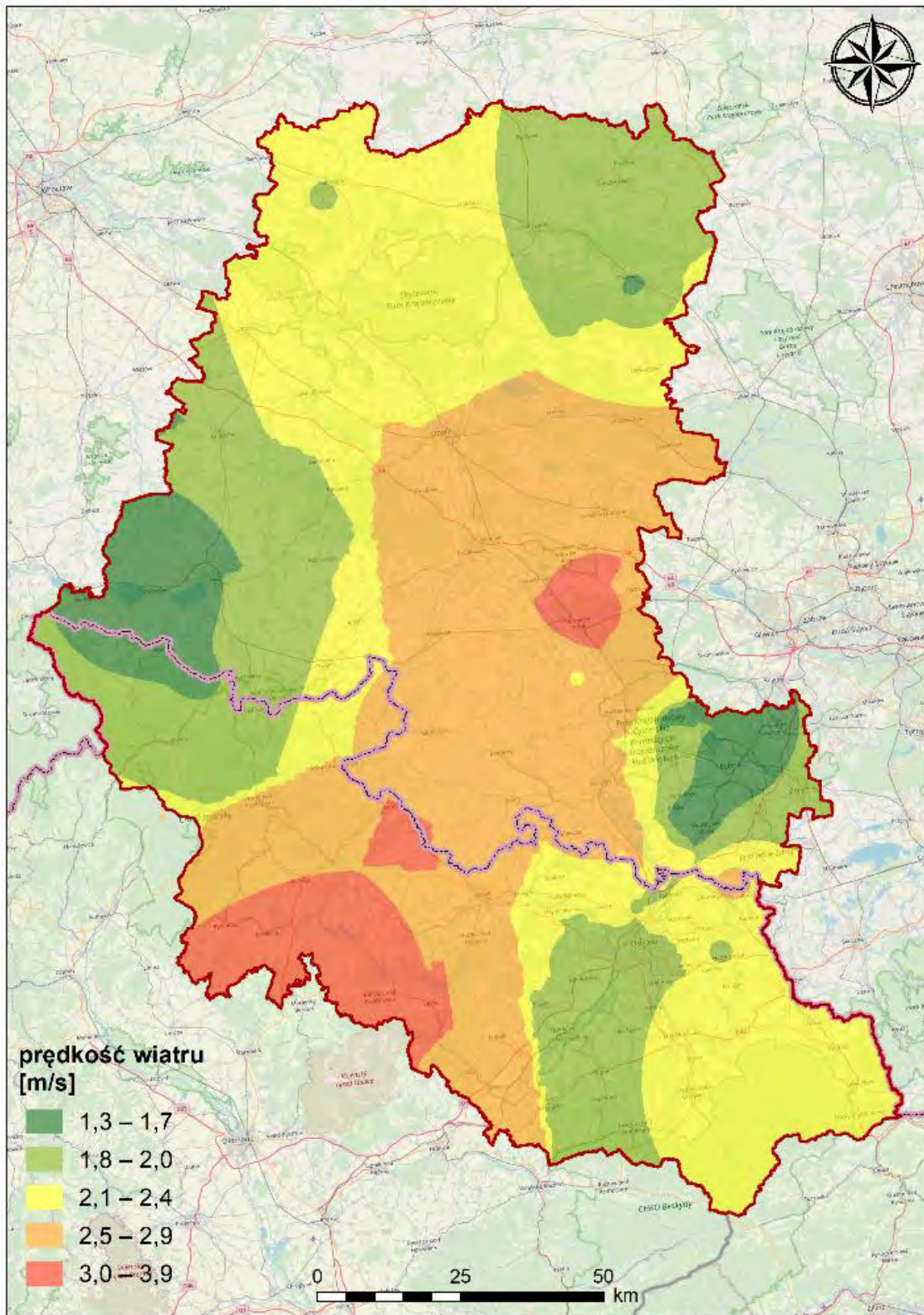
Tento faktor a východiska ovlivňující celkovou cirkulaci atmosféry vedou k tomu, že prostorová variabilita průměrné rychlosti proudění vzduchu je zde poměrně velká. Níže pro názornost uvádíme rozložení průměrných ročních rychlostí proudění vzduchu v oblasti HEALTHAIR (obr. 4.9).

Jak vyplývá z obrázku 4.9, průměrná roční rychlost proudění vzduchu v posuzovaném území vykazuje značné rozpětí hodnot (1,3–3,9 m/s) a velkou prostorovou variabilitu. Zaujme zejména široký pruh s poměrně vysokými průměrnými rychlostmi větru (2,5–3,9 m/s) táhnoucí se od jižního okraje oblasti HEALTHAIR podhůřím Hrubého Jeseníku, Opavskou pahorkatinou, údolím horní Odry až k Opolské rovině. To znamená, že průměrné roční anemologické podmínky zde přispívají k dobrému rozptylu znečišťujících látek v ovzduší.

Naopak nejnižší třídy rychlosti proudění vzduchu (1,3–2,0 m/s) najdeme v Ostravské a Ratibořské pánvi, v údolí Rudy a Nacyny (Rybnická náhorní plošina). Přispívají k tomu přechodné meteorologické situace během chladného ročního období, neboť zejména v Ratibořské a Ostravské pánvi panují z hlediska proudění vzduchu nepříznivé podmínky. Podmínky pro šíření emisí znečišťujících látek jsou stanoveny na základě modelu zohledňujícího reliéf terenu, proměnlivost meteorologických podmínek a způsob obhospodařování území (obr. 4.10).

Jak vyplývá z obrázku 4.10, největší emisní potenciál prachových znečišťujících látek typu PM₁₀ najdeme ve východní části regionu, v blízkosti měst Rybník, Ostrava, Kędzierzyn-Koźle a Zdieszowice. Dále v oblasti kolem Opolí, Nisy a dalších sídel se souvislou bytovou zástavbou, obývanou zejména starší generací obyvatel. Jak tedy bylo možné očekávat, posuzované území nepředstavuje větší riziko pro zvýšení emisí jak z bodových (průmyslových), tak komunálních zdrojů. Výjimkou jsou oblasti kolem Ostravy a Rybníku.

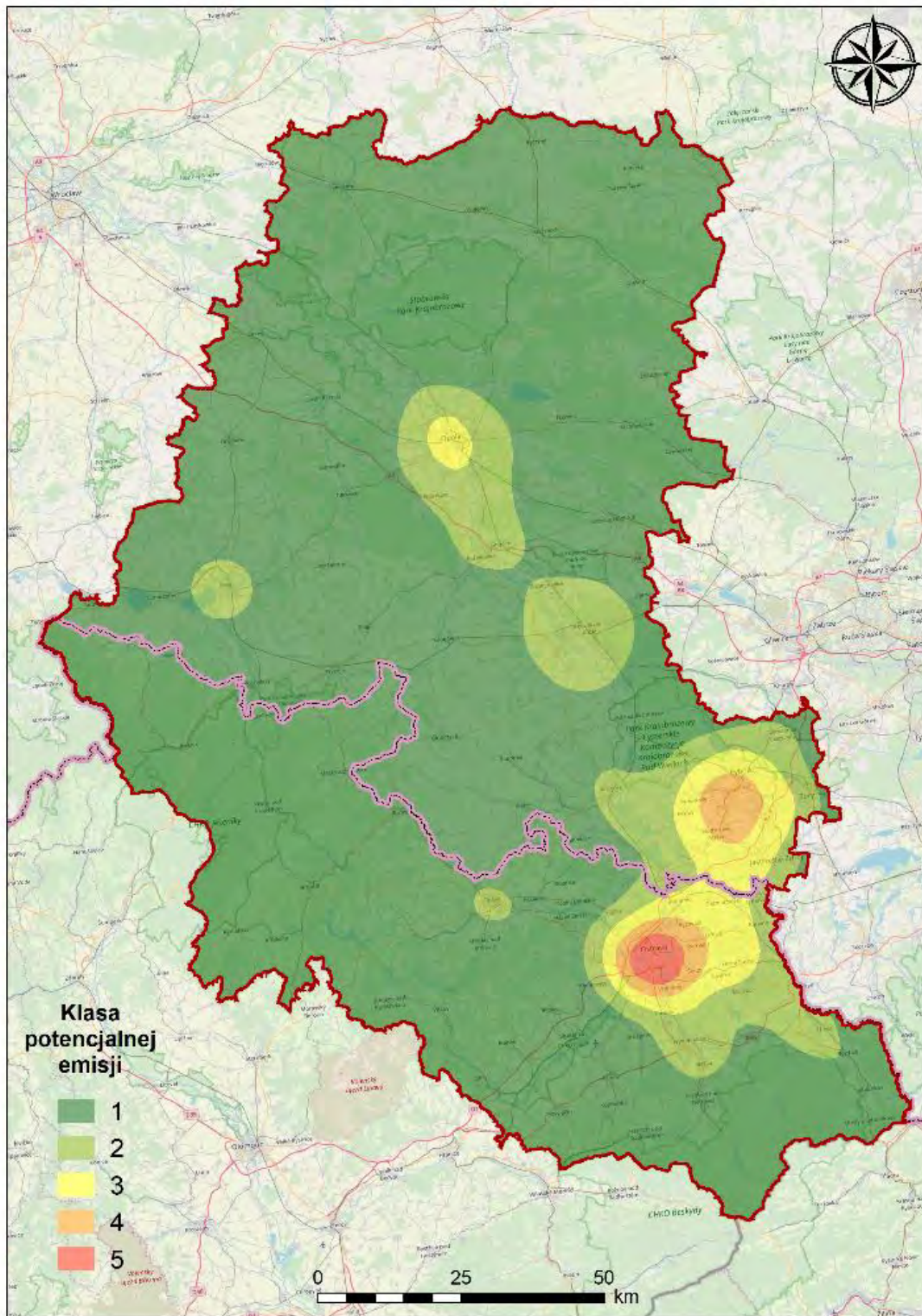
Anemologické (větrné) podmínky lze také dobře vyjádřit tzv. součinitelem ventilace, který je součinem průměrné rychlosti větru a výšky turbulentní vrstvy atmosféry. S ohledem na to, že empirické hodnoty tohoto součinitele jsou známy pouze lokálně, byl v našem případě použit model výpočtu tohoto součinitele pro celé posuzované území a jeho územní variabilita



prędkość wiatru [m/s] / rychlost proudění vzduchu [m/s]

Rycina 4.9. Mapa střední roční prędkość wiatru na wysokości 10 m n.p.g. na obszarze HEALTHAIR

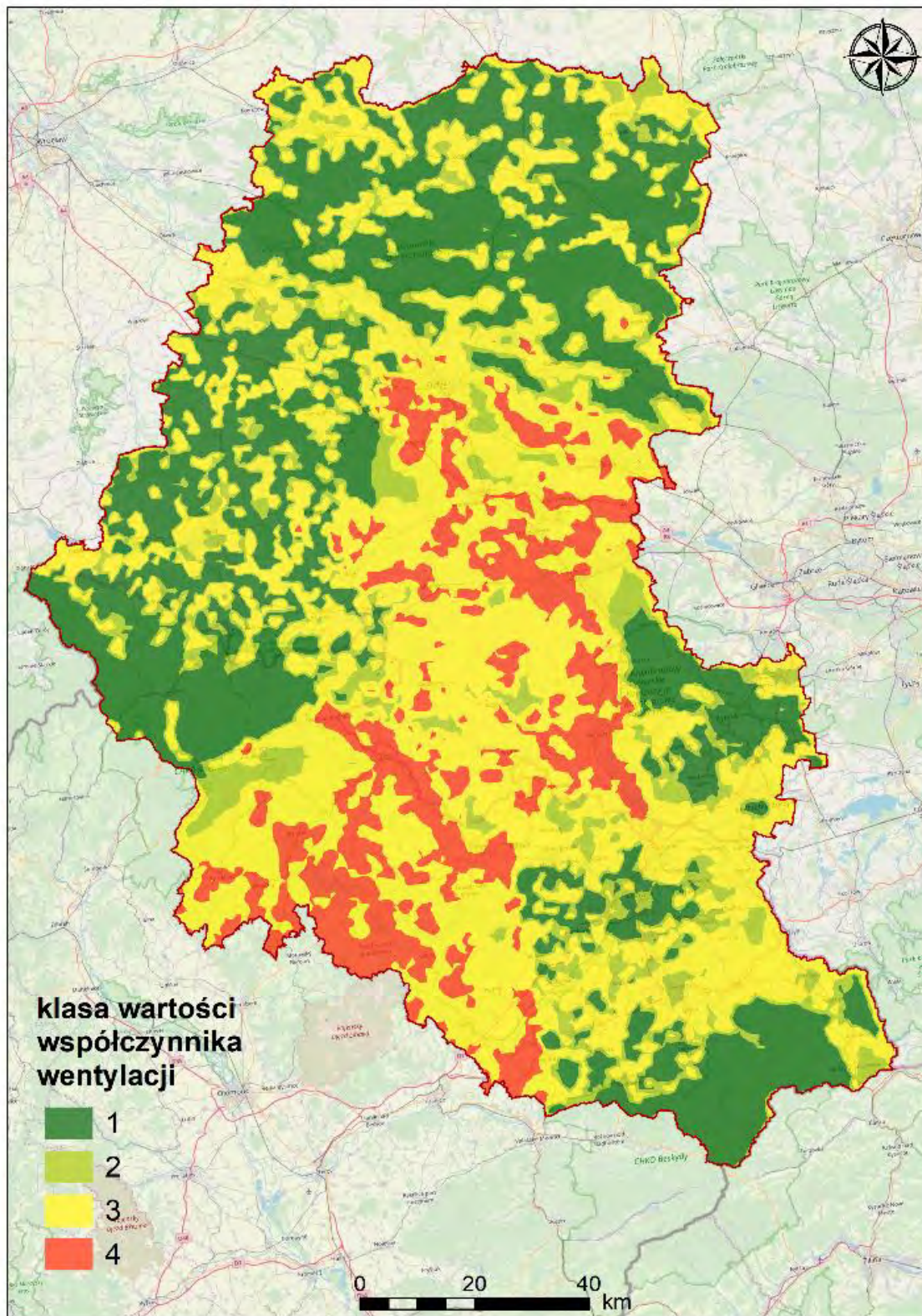
Obrázek 4.9. Mapa průměrné roční rychlosti proudění vzduchu ve výšce 10 metrů nad zemí v oblasti HEALTHAIR



klasa potencjalnej emisji / stupnice potencjalnych emisí

Rycina 4.10. Mapa potencjału emisji zanieczyszczeń pyłowych (klasa 1 – zagrożenie minimalne, klasa 2 – zagrożenie małe, klasa 3 – zagrożenie umiarkowane, klasa 4 – zagrożenie wysokie, klasa 5 – zagrożenie wysokie)

Obrázek 4.10. Mapa potenciálu šíření emisí prachových znečišťujících látek (1. třída – minimální ohrožení, 2. třída – malé ohrožení, 3. třída – mírné ohrožení, 4. třída – vysoké ohrožení, 5. třída – velmi vysoké ohrožení)



klasa wartości współczynnika wentylacji / třídy součinitele ventilace

Rycina 4.11. Mapa klas współczynnika wentylacji (klasa 1 – słaba wentylacja, klasa 2 – wentylacja umiarkowana, klasa 3 – wentylacja dostateczna, klasa 4 – wentylacja dobra)

Obrázek 4.11. Mapa třídy součinitele ventilace (1. třída – slabá ventilace, 2. třída – středně dobrá ventilace, 3. třída – dostatečná ventilace, 4. třída – dobrá ventilace)

Jak wynika z analizy ryciny 4.10, największy potencjał emisyjny pyłu PM_{10} występuje na wschodzie regionu w pobliżu Rybnika i Ostrawy oraz Kędzierzyna-Koźla i Zdziarszowic, a w dalszej kolejności w rejonie Opola, Nysy i innych miejscowości, gdzie skupia się zwarta zabudowa komunalna, głównie starszej generacji. Jak zatem można było się spodziewać, badany obszar nie stanowi większego ryzyka zwiększonej emisji zarówno punktowej (przemysłowej), jak i komunalnej. Wyjątek stanowią okolice Ostrawy i Rybnika.

Warunki anemologiczne (wiatrowe) dobrze także są reprezentowane przez tzw. współczynnik wentylacji, który w swej formie kanonicznej przedstawia iloczyn średniej prędkości wiatru i wysokości warstwy mieszania. Ze względu na to, że wartości empiryczne tego współczynnika znane są tylko miejscowo, w pracy zastosowano model szacowania tej wielkości dla całego badanego obszaru, a ich zmienność przestrzenną przedstawiono jakościowo za pomocą 4-stopniowej klasowej skali (ryc. 4.11).

Warunki wentylacyjne badanego obszaru są determinowane rzeźbą terenu i stosunkami anemologicznymi (ryc. 4.11). Obszary górskie oraz wyżynne o dużym zróżnicowaniu topograficznym lub obszary silnie zalesione charakteryzują się słabymi lub umiarkowanymi warunkami wentylacyjnymi. Z kolei wysoczyzny i duże doliny rzeczne posiadają umiarkowane lub dobre warunki wentylacyjne. Pod tym względem szczególnie dobrze prezentuje się dolina Odry, której

je znázorněna kwalitativně pomocí 4stupňové škály (obr. 4.11).

Podmínky ventilace jsou v posuzovaném území determinovány reliéfem terénu a anemologickými podmínkami (obr. 4.11). Horské oblasti a pahorkatiny s pestrým reliéfem terénu nebo oblasti s vysokým zalesněním se vyznačují slabými nebo středně dobrými podmínkami ventilace. Následně vrchoviny a velká říční údolí mají středně dobré nebo dobré podmínky ventilace. V tomto ohledu se zvláště dobře jeví údolí Odry, kdy podél toku této řeky je veden hlavní pohyb vzduchu v přízemních vrstvách atmosféry. Nutno podotknout, že se zde jedná o klimatologické charakteristiky, tudíž průměrné hodnoty za víceleté období. Přechodně, zejména v chladném ročním období, může být ventilace v Ostravské pánvi značně ztížena.

biegiem odbywa się sterowanie głównego ruchu powietrza w przyziemnych warstwach atmosfery. Należy podkreślić, że dotyczy to charakterystyk klimatologicznych, a więc uśrednionych na podstawie okresu wieloletniego. W warunkach chwilowych, szczególnie w chłodnej porze roku, wentylacja w Kotlinie Ostrawskiej może być znacznie utrudniona.

4.3. Bibliografia/Bibliografie

- [1] Arya S.P., 1999, *Air pollution meteorology and dispersion*, Oxford University Press, Oxford.
- [2] Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe, of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008, Official Journal of the European Union, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN> (dostęp/přístup: 28.01.2020).
- [3] European Commission, 2018, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions — „A Europe that protects: Clean air for all” (COM(2018) 330 final), http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/clean_air_for_all.pdf (dostęp/přístup: 28.01.2020).
- [4] EEA, 2019, Air quality in Europe — 2019 report, EEA Report No 10/2019, European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019> (dostęp/přístup: 28.01.2020).
- [5] EPA, 2000, Environmental Protection Agency (Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modeling Applications), EPA-454/R-99-005, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC.
- [6] ETC/ACM, 2016, Quantifying the health impacts of ambient air pollution, Technical Paper 2016/5, European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation.
- [7] ETC/ACM, 2017, Long term air quality trends in Europe, Contribution of meteorological variability, natural factors and emissions, Technical Paper 2016/7, European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation.
- [8] EU, 2008, Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, OJ L152, 11.6.2008, pp. 1–44, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj> (dostęp/přístup 28.01.2020).
- [9] Falkowska A., Lewandowska A., 2009, *Aerозole i gazy w atmosferze ziemskiej – zmiany globalne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- [10] Garratt J.R., 1994, *The Atmospheric Boundary Layer*, „Earth-Science Reviews” Vol. 37, No. 1/2, s. 89–134.
- [11] Gifford F.A., 1961, *Use of Routine Meteorological Observations for Estimating Atmospheric Dispersion*, „Nuclear Safety” Vol. 2, s. 47–57.

- [12] Gifford F.A., 1976, *Turbulent Diffusion Typing Schemes*, „Nuclear Safety” Vol. 17, No. 1.
- [13] HEI, 2018, State of global air 2018, Special Report, Health Effects Institute, Boston, MA, <http://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf> (dostęp/přístup: 28.01.2020).
- [14] Hewitt C.N., Jackson A.V., 2019, *Atmospheric science for environmental scientists*, Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- [15] Oke T.R., 1987, *Boundary layer climates*, 2. ed., Routledge Taylor & Francis Group, Methuen.
- [16] Pasquill F., 1961, *The estimation of the dispersion of windborne material*, „The Meteorological Magazine” Vol. 90, No. 1063, s. 33–49.
- [17] Sorbjan Z., 1983, *Turbulencja i dyfuzja w dolnej atmosferze*, PWN, Warszawa.
- [18] Solon J., a.a., 2018, *Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data*, „Geographia Polonica” Vol. 91, No. 2, s. 143–170, <https://doi.org/10.7163/GPol.0115> (dostęp/přístup: 28.01.2020).
- [19] Stull R.B., 1988, *An introduction to Boundary Layer Meteorology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht the Netherlands.
- [20] WHO, 2006, Air quality guidelines: Global update 2005 — Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-andhealth/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide> (dostęp/přístup: 28.01.2020).
- [21] WHO, 2006, Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
- [22] WHO, 2013, Review of evidence on health aspects of air pollution — REVIHAAP Project, Technical Report, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
- [23] WHO, 2013, Health risks of air pollution in Europe — HRAPIE Project: New emerging risks to health from air pollution — Results from the survey of experts, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
- [24] Zannetti P., 1990, *Air pollution modelling. Theories, computational methods and available software*, Computational Mechanics Publications, Van Nostrand Reinhold, New York–Southampton.

5.

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA I POZIOM ICH EMISJI NA ANALIZOWANYM OBSZARZE PROJEKTU HEALTHAIR

Źródła zanieczyszczenia powietrza można podzielić na źródła stacjonarne i mobilne. Źródło stacjonarne jest spójną technicznie i dalej niepodzielną stacjonarną jednostką techniczną lub działalnością, która zanieczyszcza lub mogłaby zanieczyszczać. Przez stacjonarne źródło spalania rozumie się to źródło, w którym paliwa są utleniane w celu wykorzystania uwolnionego w ten sposób ciepła. Źródło mobilne można zdefiniować jako samobieżną i inną ruchomą, ewentualnie przenośną, jednostkę techniczną wyposażoną w silnik spalinowy, o ile służy on do jej napędu lub jest wbudowany jako integralna część wyposażenia technologicznego [5]. Do celów realizacji projektu za źródło uważa się pojedynczy komin, ujście źródła stacjonarnego lub wylot źródła mobilnego.

5.1. Źródła przemysłowe

Dane dotyczące przemysłowych źródeł stacjonarnych w czeskiej części przedmiotowego obszaru projektu (kraj morawsko-śląski i powiat Jeseník) zostały pobrane dla lat 2006, 2010 i 2015 z bazy danych projektu AIR TRITIA oraz Rejestru źródeł emisji i zanieczyszczeń powietrza (REZZO) [19], prowadzonego przez Czeski Instytut Hydrometeorologiczny (CzIH). Na potrzeby projektu dane te poddano specjalistycznemu przetworzeniu.

Dane o przemysłowych źródłach stacjonarnych w polskiej części przedmiotowego obszaru (województwo opolskie i śląskie) zostały pobrane odpowiednio dla lat 2006, 2010 i 2015 z bazy danych projektu AIR TRITIA, ewentualnie z Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), który jest jednostką organizacyjną Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. Na potrzeby projektu dane te poddano specjalistycznemu przetworzeniu, dla danych z lat 2006 i 2010 wykorzystano również wyniki projektu AIR SILESIA.

ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ A JEJICH EMISIE V PŘEDMĚTNÉ OBLASTI PROJEKTU HEALTHAIR

Zdroje znečištění ovzduší lze rozdělit na stacionární a mobilní zdroje. Stacionární zdroj je ucelená technicky dále nedělitelná stacionární technická jednotka nebo činnost, které znečišťují nebo by mohly znečišťovat. Spalovacím stacionárním zdrojem se pak rozumí stacionární zdroj, ve kterém se oxidují paliva za účelem využití uvolněného tepla. Mobilní zdroj lze vymezit jako samohybnou a další pohyblivou, případně přenosnou technickou jednotku vybavenou spalovacím motorem, pokud tento slouží k vlastnímu pohonu nebo je zabudován jako nedílná součást technologického vybavení [5]. Pro účely realizace projektu je za zdroj považován jednotlivý komin, výdech stacionárního zdroje či výfuk mobilního zdroje.

5.1. Průmyslové zdroje

Data o průmyslových stacionárních zdrojích na české části zájmového území projektu (Moravskoslezský kraj a okres Jeseník) byla převzata za roky 2006, 2010 a 2015 z databáze projektu AIR TRITIA a Registru emisí a zdrojů znečištění ovzduší (REZZO) [19], který spravuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Pro účely projektu byla data dále odborně zpracována.

Data o průmyslových stacionárních zdrojích na polské části zájmového území (Opolské a Slezské Vojvodství) byla převzata za roky 2006, 2010 a 2015 z databáze projektu AIR TRITIA, resp. centra KOBiZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami), které je organizační jednotkou Instytutu Ochrony Źivotního prostředí (Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie). Pro účely projektu byla data dále odborně zpracována. Zpracování dat z let 2006 a 2010 vycházelo rovněž z výsledků projektu AIR SILESIA.

Během realizace projektu vnikla potřeba přepočtu emisních dat z let 2006, 2010 a 2015 na letá 2007, 2012 a 2017. Důvodem byla skutečnost, že projekt

W trakcie realizacji projektu okazało się konieczne przeliczenie danych o emisjach z lat 2006, 2010 i 2015 na lata 2007, 2012 i 2017. Wynikało to z faktu, iż w projekcie założono analizę wpływu długotrwałej ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza (10-letniej) na umieralność i stan zdrowia ludności, a dostępne w Polsce dane medyczne z lat 2006 i 2010 posiadały istotne ograniczenia dyskwalifikujące możliwość ich wykorzystania. W związku z tym dokonano dodatkowej korekty emisji. Po stronie czeskiej wykorzystano dane dotyczące emisji z lat 2007, 2012 (baza danych REZZO, ewent. baza danych projektu AIR PROGRES CZECHO-SLOVAKIA) i 2015, po stronie polskiej rzeczywiste emisje ze źródeł przemysłowych z lat 2007, 2012 i 2017 ze względu na czas i względy praktyczne (niemożliwość udostępniania szczegółowych danych emitorów punktowych) nie zostały pozyskane i wykorzystano dostępne dane pierwotne z lat 2006, 2010 i 2015, które zostały poddane jednak procesowi weryfikacji. Do weryfikacji, zastosowano dane emisyjne Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ), zgromadzone na potrzeby wspomagania systemu oceny jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie między innymi: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 i B(a)P za lata 2015, 2016 i 2017 [21]. Dane pochodzące z GIOŚ nie mogły bezpośrednio zastąpić danych pomiarowych niezbędnych do specjalistycznego przetwarzania, ponieważ nie zawierały informacji o jednostkowych źródłach emisji. Dotyczyły zagregowanych danych emisyjnych do poziomu powiatu oraz stref, w których wykonuje się roczne oceny jakości powietrza (aglomeracje, miasta powyżej 100 tys. mieszkańców i pozostały obszar województwa).

przedpokładał analizę dopadu długodobego wystawienia zanieczyszczenia powietrza (10 lat) na umieralność i zdrowie obywatelstwa a lekárske údaje dostupné v Polsku za letá 2006 a 2010 měly významná omezení, která diskvalifikovala jejich použití. Proto byla provedena další úprava emisí. Na české straně byla použita emisní data z let 2007, 2012 (data báze REZZO resp. databáze projektu AIR PROGRES CZECHO-SLOVAKIA) a 2015, na polské straně nemohly být emise průmyslových zdrojů z let 2007, 2012 a 2017 z časových a praktických důvodů (nedostupnost podrobných údajů o bodových zdrojích emisí) získány a byly využity dostupné údaje z let 2006, 2010 a 2015, které však prošly verifikací.

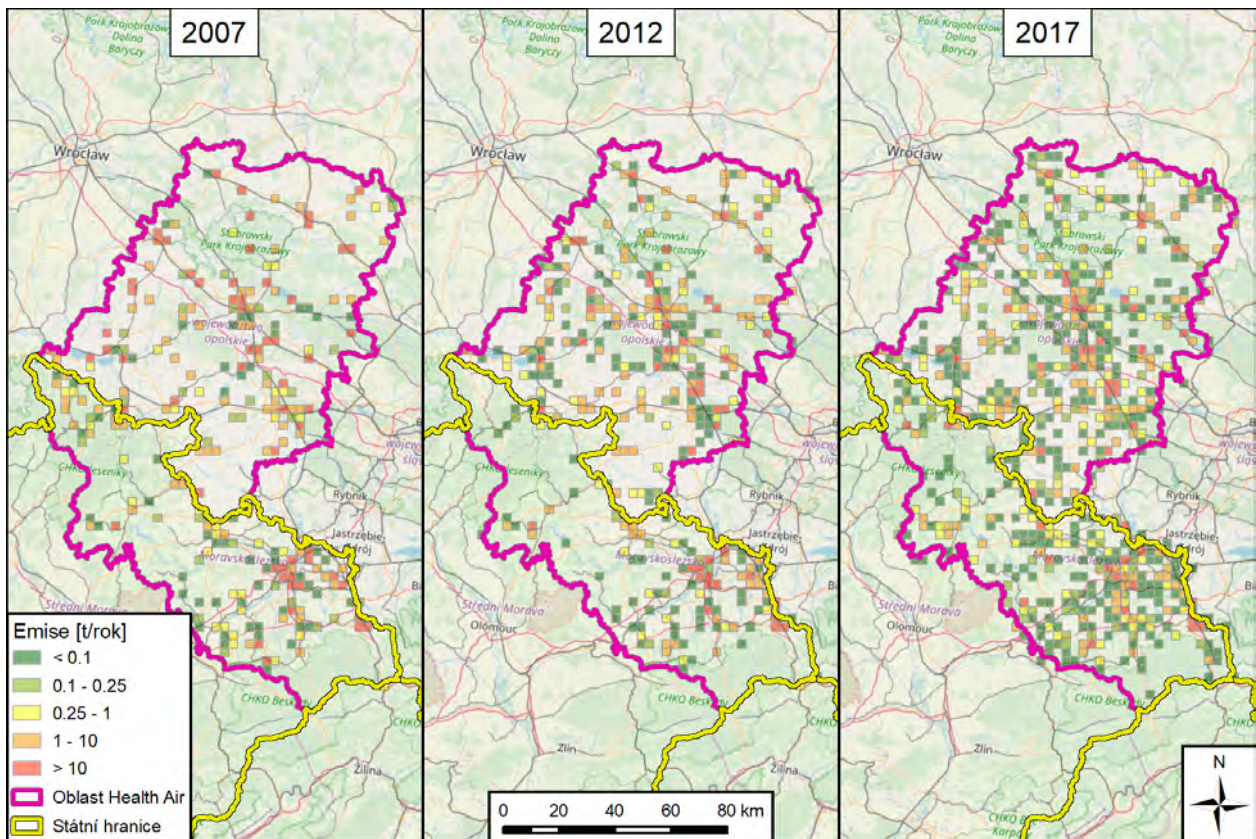
Pro verifikaci byly použity údaje o emisích z polského Hlavního inspektorátu pro ochranu životního prostředí (GIOŚ), shromážděné za účelem podpory systému posuzování kvality ovzduší pomocí modelování, mimo jiné: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 a B(a)P z let 2015, 2016 a 2017 [21]. Údaje z GIOŚ nemohly přímo nahradit emisní data nezbytná pro specializované zpracování, protože neobsahovaly informace o jednotlivých zdrojích emisí. Jednalo se o agregované údaje o emisích na úrovni okresu (powiat) a zóny, ve kterých se provádí roční hodnocení kvality ovzduší (aglomerace, města s více než 100 000 obyvateli a zbývající část vojvodství).

Emise průmyslových zdrojů znečišťování ovzduší na zájmovém území projektu (Moravskoslezský kraj a okres Jeseník, Opolské vojvodství) uvádí souhrnně tabulka 5.1. Jejich prostorové rozložení je zobrazeno pomocí emisních čtverců se stranou 3 km na následujících obrázcích.

Tabela 5.1. Emisje z przemysłowych źródeł zanieczyszczenia powietrza na przedmiotowym obszarze

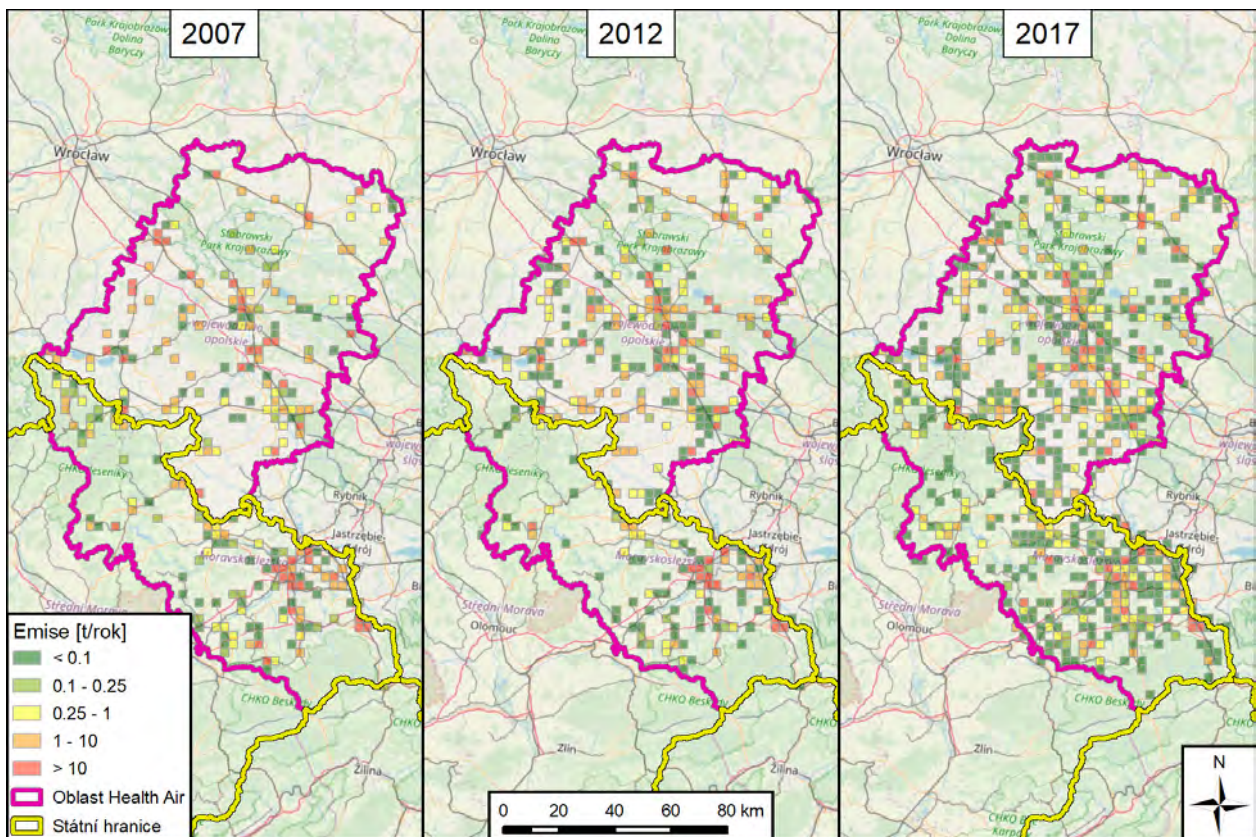
Tabulka 5.1. Emise průmyslových zdrojů znečišťování ovzduší na zájmovém území

Substancja zanieczyszczająca/Znečišťující látka		PM_{10} [t/rok]	$PM_{2,5}$ [t/rok]	NO_x [t/rok]	B(a)P [kg/rok]
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2006	2 712,4	2 018,9	22 406,1	283,7
	Województwo opolskie/Opolské vojvodství	2 934,0	1 439,9	22 951,3	364,9
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2007	3 399,0	2 538,1	21 447,3	268,9
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2010	2 172,1	1 635,2	16 759,6	224,5
	Województwo opolskie/Opolské vojvodství	2 209,8	1 622,3	21 996,1	368,1
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2012	1 437,0	844,2	17 351,5	206,4
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2015	1 364,3	902,8	16 550,1	179,1
	Województwo opolskie/Opolské vojvodství	1 509,5	1 063,4	14 889,3	367,8
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2017	1 009,6	668,1	16 550,1	179,1
Województwo opolskie/Opolské vojvodství		1 071,7	755,0	14 889,3	367,8



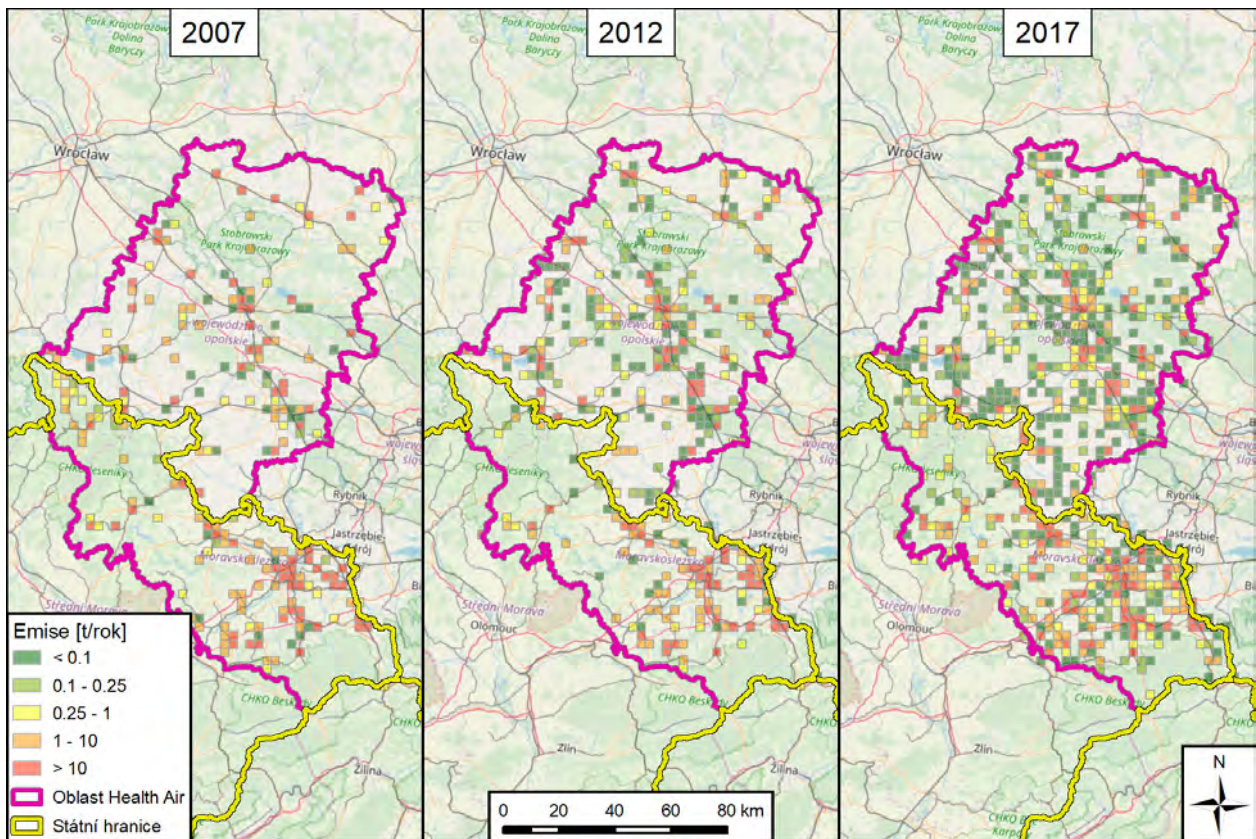
Rycina 5.1. Rozwój dystrybucji emisji PM_{10} ze źródeł przemysłowych na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.1. Vývoj rozložení průmyslových emisí PM_{10} na zájmovém území



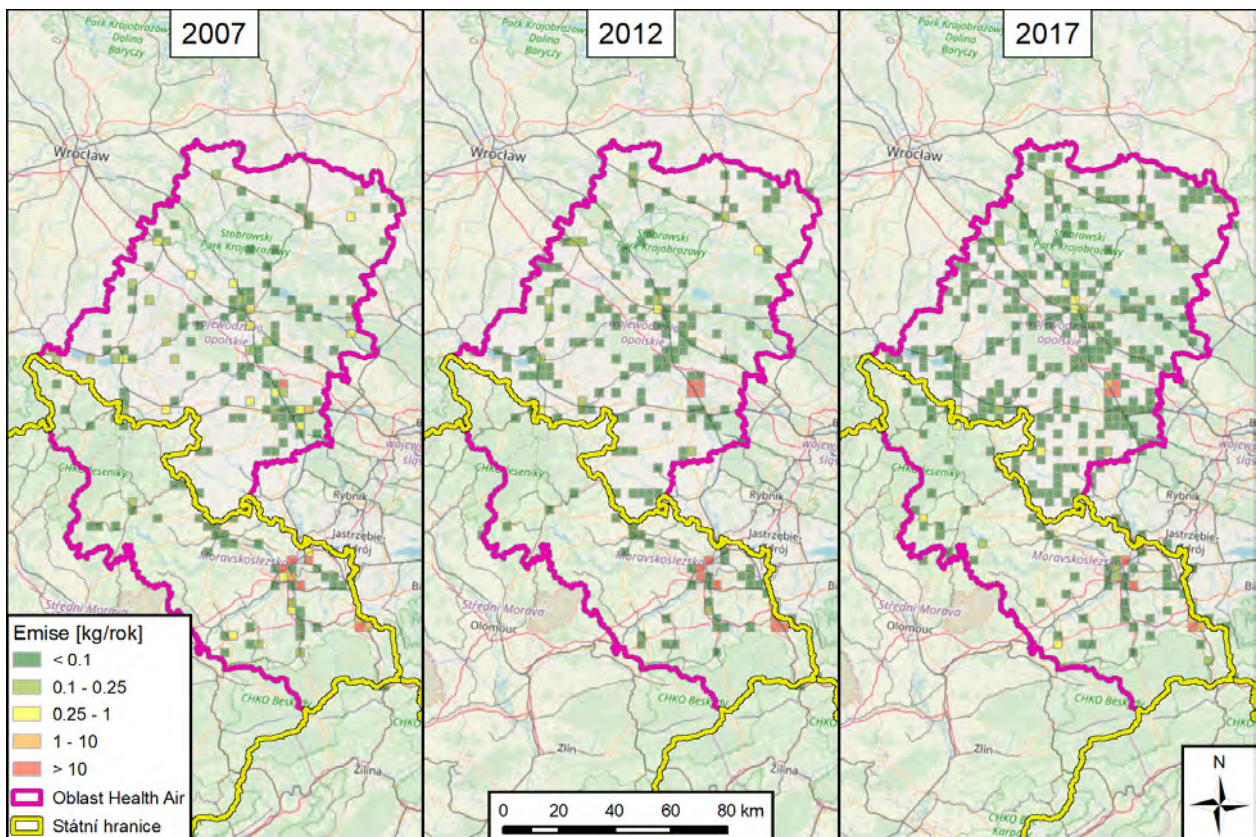
Rycina 5.2. Rozwój dystrybucji emisji $PM_{2.5}$ ze źródeł przemysłowych na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.2. Vývoj rozložení průmyslových emisí $PM_{2.5}$ na zájmovém území



Rycina 5.3. Rozwój dystrybucji emisji NO_x ze źródeł przemysłowych na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.3. Vývoj rozložení průmyslových emisí NO_x na zájmovém území



Rycina 5.4. Rozwój dystrybucji emisji B(a)P ze źródeł przemysłowych na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.4. Vývoj rozložení průmyslových emisí B(a)P na zájmovém území

Emisje z przemysłowych źródeł zanieczyszczenia powietrza na przedmiotowym obszarze projektu (kraj morawsko-śląski i powiat Jeseník, województwo opolskie) podsumowano w tabeli 5.1. Ich rozkład przestrzenny przedstawiono za pomocą kwadratów emisyjnych o boku długości 3 km na zamieszczonych rycinach.

W odniesieniu do wszystkich wybranych zanieczyszczeń, w analizowanym okresie, widoczny jest spadek emisji zarówno po stronie czeskiej, jak i polskiej przedmiotowego obszaru. W latach od 2006 do 2015 emisje cząstek stałych PM_{10} ze źródeł przemysłowych zmniejszyły się prawie o połowę, a wykazywane emisje tlenków azotu spadły na przedmiotowym obszarze o mniej więcej jedną trzecią. Największy wpływ na ilość przemysłowych emisji benzo(a)pirenu na przedmiotowym obszarze mają emisje z koksowni. Po stronie czeskiej ich spadek o 37% nastąpił w wyniku zamknięcia jednej koksowni w Ostrawie i modernizacji istniejących koksowni, po stronie polskiej, w województwie opolskim, emisje benzo(a)pirenu w stosunku do ilości produkowanego koksu w zasadzie się nie zmieniły.

5.2. Niskie emisje

Niskie emisje, czyli lokalne źródła, można zdefiniować jako źródła spalania przeznaczone do podłączenia do instalacji centralnego ogrzewania. Można je zaklasyfikować jako małe stacjonarne źródła zanieczyszczeń powietrza o nominalnej mocy cieplnej do 300 kW. Stanowią one ważną grupę źródeł zanieczyszczenia powietrza na obszarze projektu.

Niskie emisje zostały obliczone zgodnie z metodyką ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav) [17, 15] na podstawie informacji ze spisu ludności w Czechach i Polsce (2001, 2011), z wykorzystaniem wyników projektu CLEAN BORDER, lokalnej inwentaryzacji miasta Opola i bazy danych projektu AIR TRITIA. Obliczenia przeprowadzono przy użyciu współczynników emisji określonych przez VŠB – TU Ostrava (Vysoká škola báňská – Technická univerzita) [11–12]. Do weryfikacji zastosowano dane emisyjne z Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ), zgromadzone na potrzeby wspomagania systemu ocen jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie między innymi: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 i B(a)P za lata 2015, 2016 i 2017 [21] oraz analogiczne dane z rozmieszczonych w województwie opolskim automatycznych i manualnych stacji pomiarowych Systemu Monitoringu Jakości Powietrza Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Opolu

W trakcie realizacji projektu okazało się konieczne przeliczenie danych o emisjach z lat 2006, 2010

U všech vybraných znečišťujících látek je během sledovaného časového období patrný pokles emisí jak na české, tak polské straně zájmového území. V desetiletí mezi roky 2006 a 2015 poklesly emise pevných částic PM_{10} z průmyslových zdrojů přibližně na polovinu, vykazované emise oxidů dusíku poklesly v zájmovém území přibližně o třetinu. Sumární množství průmyslových emisí benzo(a)pyrenu je na zájmovém území nejvýznamněji ovlivňováno emisemi z koksoven. Jejich pokles o 37 % byl na české straně území ovlivněn uzavřením jedné koksovny v Ostravě a modernizací koksoven stávajících, na polské straně v Opolském vojvodství zůstaly emise benzo(a)pyrenu s ohledem na množství vyrobeného koksu v podstatě beze změny.

5.2. Lokální topeniště

Lokální topeniště lze vymezit jako spalovací zdroje určené pro připojení na teplovodní soustavu ústředního vytápění. Je možné je zařadit mezi malé stacionární zdroje znečišťování ovzduší se jmenovitým tepelným příkonem do 300 kW. V zájmové oblasti tvoří významnou skupinu zdrojů znečišťování ovzduší.

Emise z lokálních topenišť byly v rámci projektu vypočítány podle metodiky ČHMÚ [17, 15] z informací ze Sčítání lidu, bytů a domů v Česku a Polsku (2001, 2011), s využitím výsledků projektu CLEAN BORDER, místní inventarizace města Opolí a databáze projektu AIR TRITIA. Výpočet proběhl s využitím emisních faktorů určených VŠB – TU Ostrava [11–12]. Pro ověření byly použity údaje o emisích z GIOŚ, shromážděné za účelem podpory systému posuzování kvality ovzduší pomocí modelování v rozsahu, mimo jiné: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 a B(a)P v letech 2015, 2016 a 2017 [21] a obdobné údaje z automatických a manuálních měřicích stanic systému monitorování kvality ovzduší v Opolském Vojvodství vedené Inspekcí ochrany životního prostředí v Opolí.

Během realizace projektu vnikla potřeba přepočtu emisních dat z let 2006, 2010 a 2015 na letá 2007, 2012 a 2017. Důvodem byla skutečnost, že projekt předpokládal analýzu dopadu dlouhodobého působení znečištění ovzduší (10 let) na úmrtnost a zdraví obyvatelstva ale lékařské údaje dostupné v Polsku za roku 2006 a 2010 měly významná omezení, která diskvalifikovala jejich použití. V přepočtu byla použita stejná vstupní data o lokálních topeništích jako pro výpočet za roky 2006 (pro rok 2007) a 2010 (pro rok 2012) a meteorologická data za roky 2007 a 2012.

Emise z lokálních topenišť na území Moravskoslezského kraje spolu s okresem Jeseník a na území Opolského Vojvodství uvádí souhrnně Tabulka 5.2. Jejich

i 2015 na lata 2007, 2012 i 2017. Wynikało to z faktu, iż w projekcie założono analizę wpływu długotrwałej ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza (10-letniej) na umieralność i stan zdrowia ludności, a dostępne w Polsce dane medyczne z lat 2006 i 2010 posiadały istotne ograniczenia dyskwalifikujące możliwość ich wykorzystania. Do przeliczenia wykorzystano te same dane wejściowe dotyczące niskich emisji, jak w obliczeniach za rok 2006 (z 2007 r.) i 2010 (z 2012 r.) oraz dane meteorologiczne za 2007 i 2012 rok.

Niskie emisje w kraju morawsko-śląskim wraz z powiatem jesenickim i województwem opolskim zobrazowano zbiorczo w tabeli 5.2. Ich rozkład przestrzenny przedstawiono za pomocą kwadratów emisyjnych o boku długości 3 km na poniżej zamieszczonych rycinach przedstawiających obszar realizacji projektu.

prostorové rozložení je zobrazeno pomocí emisních čtverců se stranou 3 km pro zájmovou oblast projektu na následujících obrázcích.

U všech vybraných znečišťujících látek je během sledovaného časového období patrný pokles emisí z lokálních topenišť, přičemž na české straně zájmového území je pokles daleko významnější, než na straně polské. Podle provedeného výpočtu poklesly emise pevných částic PM_{10} , resp. $PM_{2,5}$ z lokálních topenišť mezi roky 2006 a 2015 o 41 % na české straně, na polské o 14 %. Emise oxidů dusíku poklesly v české části zájmového území o 43 %, v polské o 6 %. Sumární množství emisí benzo(a)pyrenu v zájmové oblasti nejvýznamněji ovlivňují právě emise z lokálních topenišť. Na české straně došlo k poklesu emisí benzo(a)pyrenu z lokálních topenišť

Tabela 5.2. Niskie emisje na przedmiotowym obszarze

Tabulka 5.2. Emise z lokálních topenišť na zájmovém území

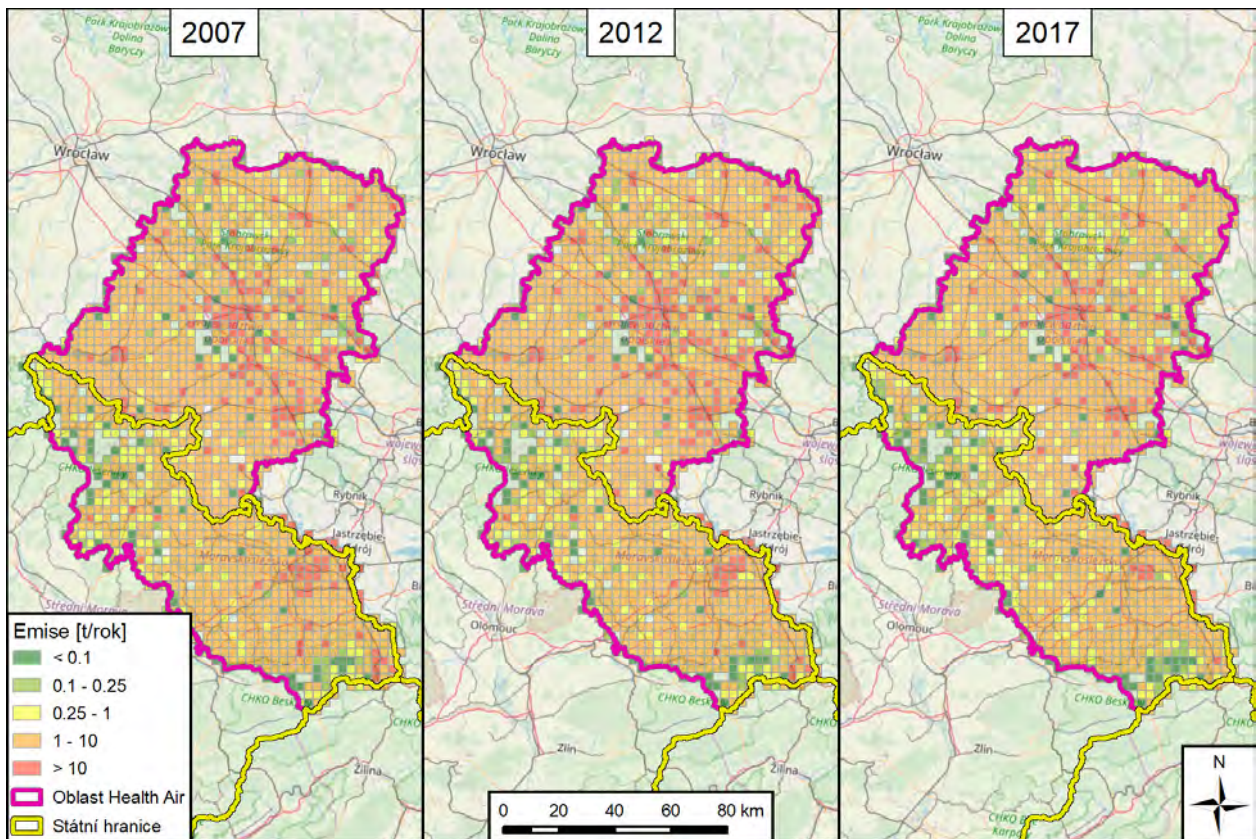
Substancja zanieczyszczająca/Znečišťující látka		PM_{10} [t/rok]	$PM_{2,5}$ [t/rok]	NO_x [t/rok]	B(a)P [kg/rok]
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2006	2 214,1	2 174,7	454,0	537,1
Województwo opolskie/Opolské vojvodství		5 332,3	5 232,0	860,3	1 373,8
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2007	2 289,4	2 248,7	469,4	555,4
Województwo opolskie/Opolské vojvodství		5 513,6	5 409,9	889,6	1 420,6
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2010	1 895,2	1 859,6	385,5	499,1
Województwo opolskie/Opolské vojvodství		5 963,5	5 850,7	987,8	1 614,5
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2012	1 684,9	1 653,2	342,7	443,7
Województwo opolskie/Opolské vojvodství		5 201,3	5 301,6	878,1	1 435,3
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2015	1 305,0	1 279,9	257,9	337,4
Województwo opolskie/Opolské vojvodství		4 579,3	4 493,2	812,2	1 231,0
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2017	1 472,5	1 444,3	291,0	380,8
Województwo opolskie/Opolské vojvodství		5 167,3	5 070,1	916,5	1 389,1

Dla wszystkich wybranych zanieczyszczeń, w analizowanym okresie, widoczny jest spadek emisji ze źródeł lokalnych, przy czym po stronie czeskiej tego obszaru spadek jest zdecydowanie większy niż po polskiej. Zgodnie z obliczeniami emisje pyłu zawieszonego PM_{10} oraz $PM_{2,5}$ z lokalnych źródeł od 2006 do 2015 zmalały o 41% po stronie czeskiej, a po polskiej o 14%. Emisje tlenków azotu spadły w czeskiej części przedmiotowego obszaru o 43%, a w polskiej o 6%. Na sumaryczną wielkość emisji benzo(a)pirenu na badanym obszarze w największym stopniu

mezi lety 2006 a 2010 o 37 %, na polské o 10 %. S ohledem na významnost těchto zdrojů je nezbytné opatření ke zlepšení kvality ovzduší cílit na snížení emisí právě z lokálních topenišť.

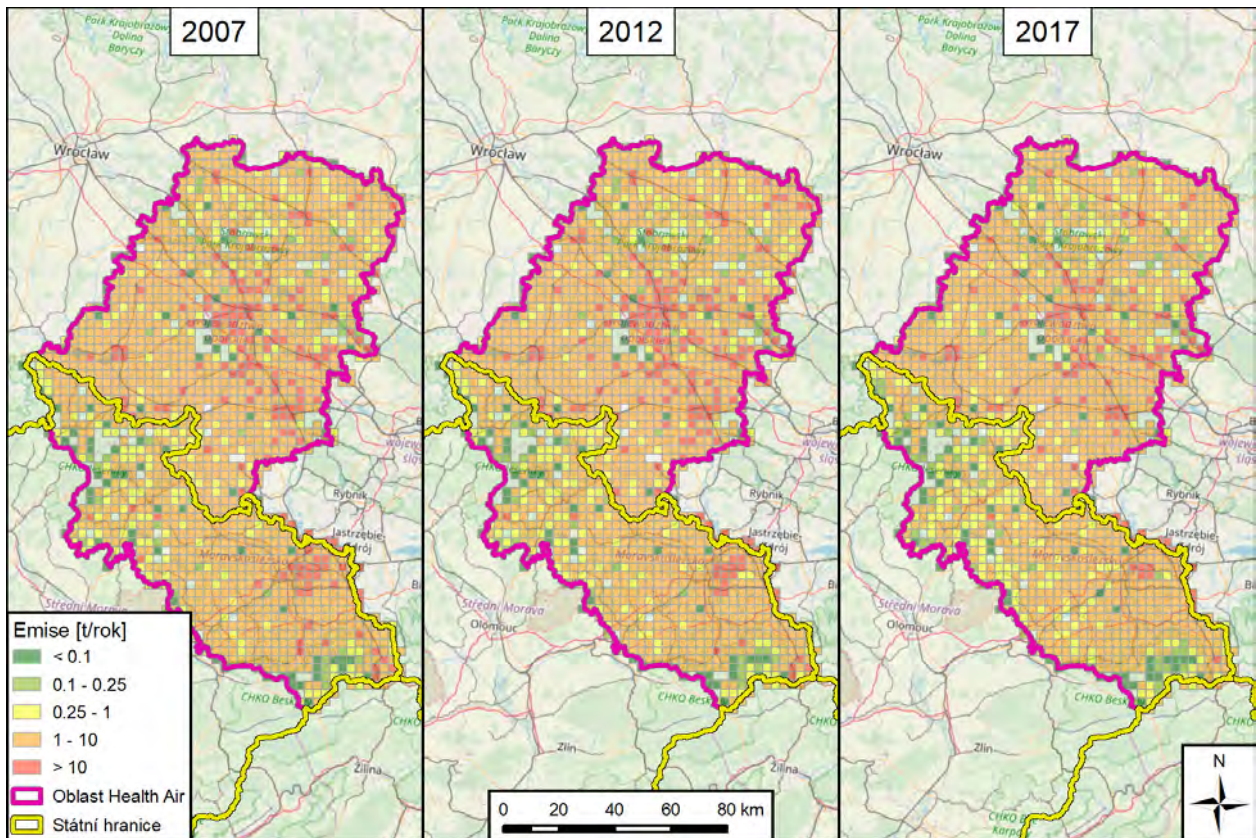
5.3. Automobilová doprava

Silniční automobilová doprava je významným zdrojem znečištění ovzduší je zejména ve městech. Stanovení emisí z dopravy pro posouzení vlivu dopadu znečištění na zdravotní stav obyvatel vycházelo ze



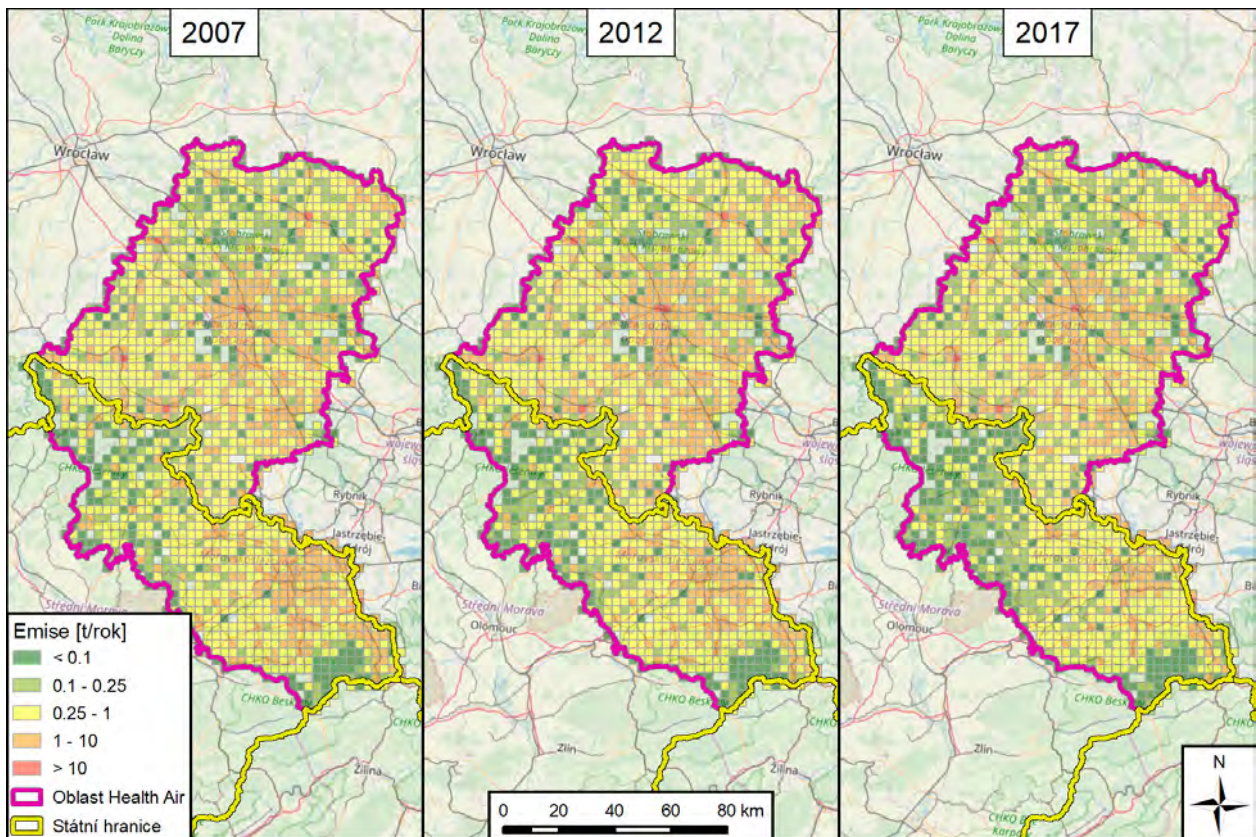
Rycina 5.5. Rozwój rozkladu emisji PM_{10} z niskich emisji na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.5. Vývoj rozložení emisí PM_{10} z lokálních topenišť na zámjmovém území



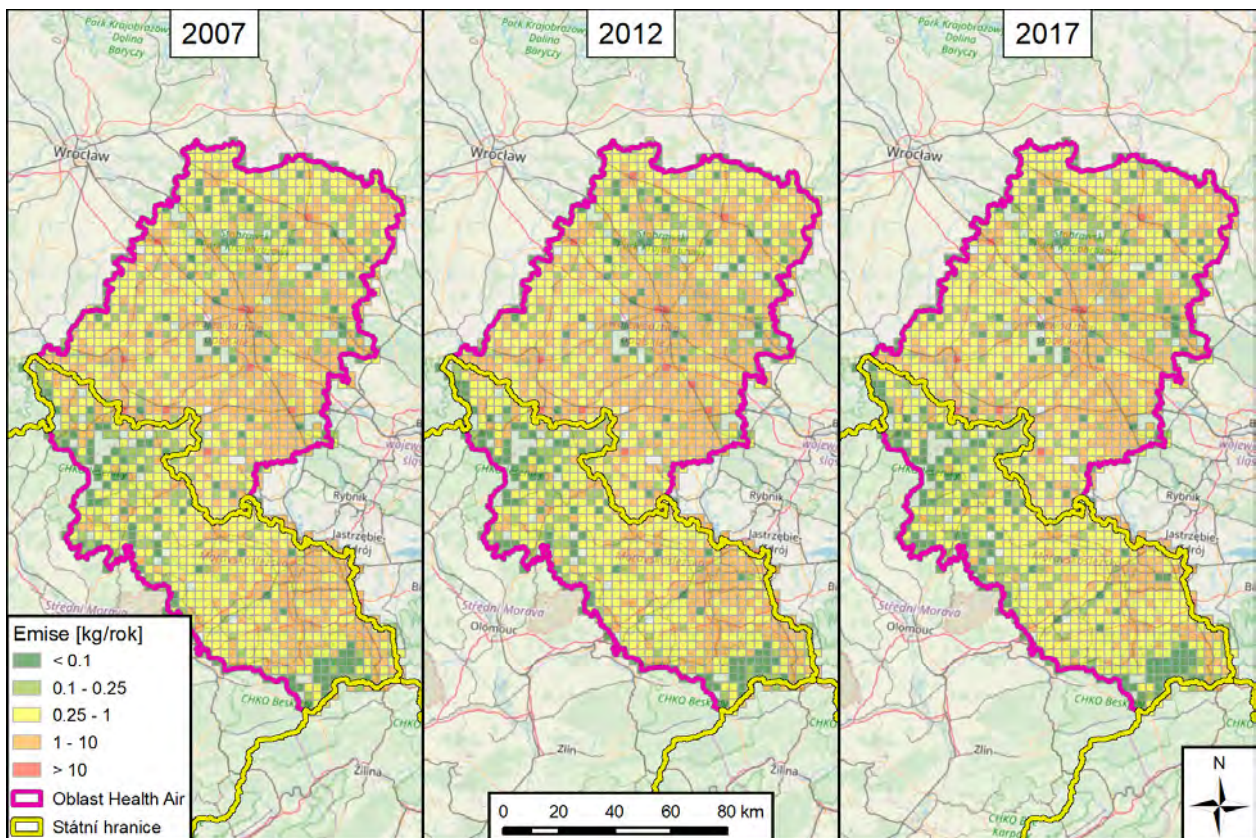
Rycina 5.6. Rozwój rozkladu emisji $PM_{2,5}$ z niskich emisji na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.6. Vývoj rozložení emisí $PM_{2,5}$ z lokálních topenišť na zámjmovém území



Rycina 5.7. Rozwój rozkladu emisji NO_x z niskich emisji na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.7. Vývoj rozložení emisí NO_x z lokálních topenišť na zájmovém území



Rycina 5.8. Rozwój rozkladu emisji B(a)P z niskich emisji na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.8. Vývoj rozložení emisí B(a)P z lokálních topenišť na zájmovém území

wpływają właśnie niskie emisje (emisje ze źródeł lokalnych). Po stronie czeskiej między 2006 a 2010 rokiem nastąpiło obniżenie emisji benzo(a)pirenu ze źródeł lokalnych o 37%, po polskiej o 10%. Biorąc pod uwagę znaczenie tych źródeł, konieczne jest skupienie działań mających na celu poprawę jakości powietrza przede wszystkim w zakresie niskich emisji.

5.3. Transport samochodowy

Transport samochodowy jest ważnym źródłem zanieczyszczenia powietrza, szczególnie w miastach. Określenie emisji z transportu w celu oceny wpływu zanieczyszczenia na zdrowie ludności oparto na danych z pomiarów ruchu drogowego oraz na modelach transportowych. Dane te obejmowały przede wszystkim:

- Ogólnokrajowe pomiary ruchu drogowego w Czechach i Polsce:
 - ogólnokrajowy pomiar ruchu na sieci autostradowej i drogowej RCz (2005 [20], 2010 [3], 2016 [4]),
 - generalny pomiar ruchu (2015 [8], 2010 [9] i 2005 [10]).
- Model transportowy opracowany w ramach projektu AIR SILESIA [14].
- Model transportowy opracowany w ramach projektu AIR PROGRES CZECHO-SLOVAKIA [6].
- Uogólniony model transportu dla regionu TRITIA, opracowany w ramach projektu AIR TRITIA [7, 2].
- Plany zrównoważonej mobilności w miastach:
 - Plany zrównoważonej mobilności dla Opawy [18],
 - Zintegrowany plan mobilności dla Ostrawy [13].
- Lokalne pomiary ruchu drogowego (miasta Ostrawa i Opole).

W celu obliczenia emisji pochodzących z transportu dane były dalej przetwarzane w GIS w celu utworzenia ich jednolitej bazy. Emisje tylko z transportu zostały następnie obliczone za pomocą programu MEFA 13 v. 1.0.7 [1], odpowiednio MEFA 02 (dla benzo(a)pirenu). Do weryfikacji zastosowano dane Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) dotyczące emisji liniowych z dróg krajowych, wojewódzkich,

sčitanych dat o dopravě a dopravních modelů. Tato data zahrnovala zejména:

- Celostátní sčítání dopravy v Česku a Polsku:
 - Celostátní sčítání dopravy na dálniční a silniční síti ČR (2005 [20], 2010 [3], 2016 [4]),
 - Generalny Pomiar Ruchu (2015 [8], 2010 [9] i 2005 [10]).
- Model dopravy, zpracovaný v rámci projektu AIR SILESIA [14].
- Model dopravy, zpracovaný v rámci projektu AIR PROGRES CZECHO-SLOVAKIA [6].
- Generalizovaný dopravní model pro území regionu TRITIA, zpracovaný v rámci projektu AIR TRITIA [7, 2].
- Plány udržitelné městské mobility:
 - Plán udržitelné městské mobility Opava [18],
 - Integrovaný plán mobility Ostravy [13],
- Místní sčítání dopravy (města Ostrava a Opolí).

Za účelem výpočtu emisí z dopravy byla data dále zpracována v GIS, aby tvořila jednotnou databázi. Samotné emise z dopravy byly následně vypočteny prostřednictvím programu MEFA 13 v. 1.0.7 [1], resp. MEFA 02 (pro benzo(a)pyren). Pro ověření byly použity údaje GIOŚ týkající se lineárních emisí z národních, vojvodských, okresních (powiatowych) a obecních (gminnych) silnic, shromážděné za účelem podpory systému hodnocení kvality ovzduší pomocí modelování mimo jiné v rozsahu PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 a B(a)P pro roky 2015, 2016 a 2017 [21].

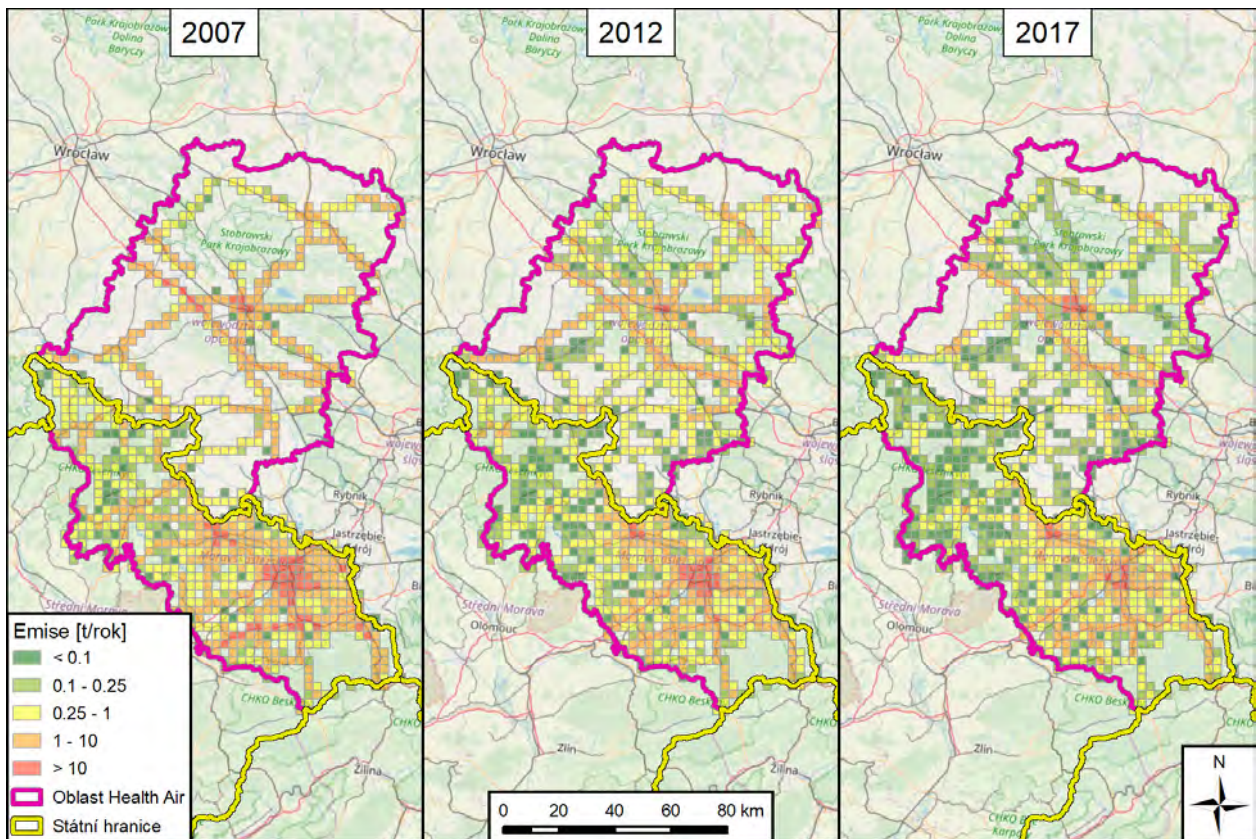
Emise ze silniční dopravy na území Moravskoslezského kraje spolu s okresem Jeseník a na území Opolského Vojvodství uvádí souhrnně Tabulka 5.3. Prostorové rozložení emisí je pro zájmové území znázorněno pomocí emisních čtverců se stranou 3 km na obrázcích dále.

Nejistotou při stanovení emisí z dopravy je tzv. resuspenze – zvěření usazených částic pohybem vozidel [16]. Další nejistotou je průjezd vozidel po úsecích, které nejsou sčítány, a kde není možno frekvenci průjezdu vozidel dopočítat.

Tabela 5.3. Emisje z transportu drogowego na przedmiotowym obszarze

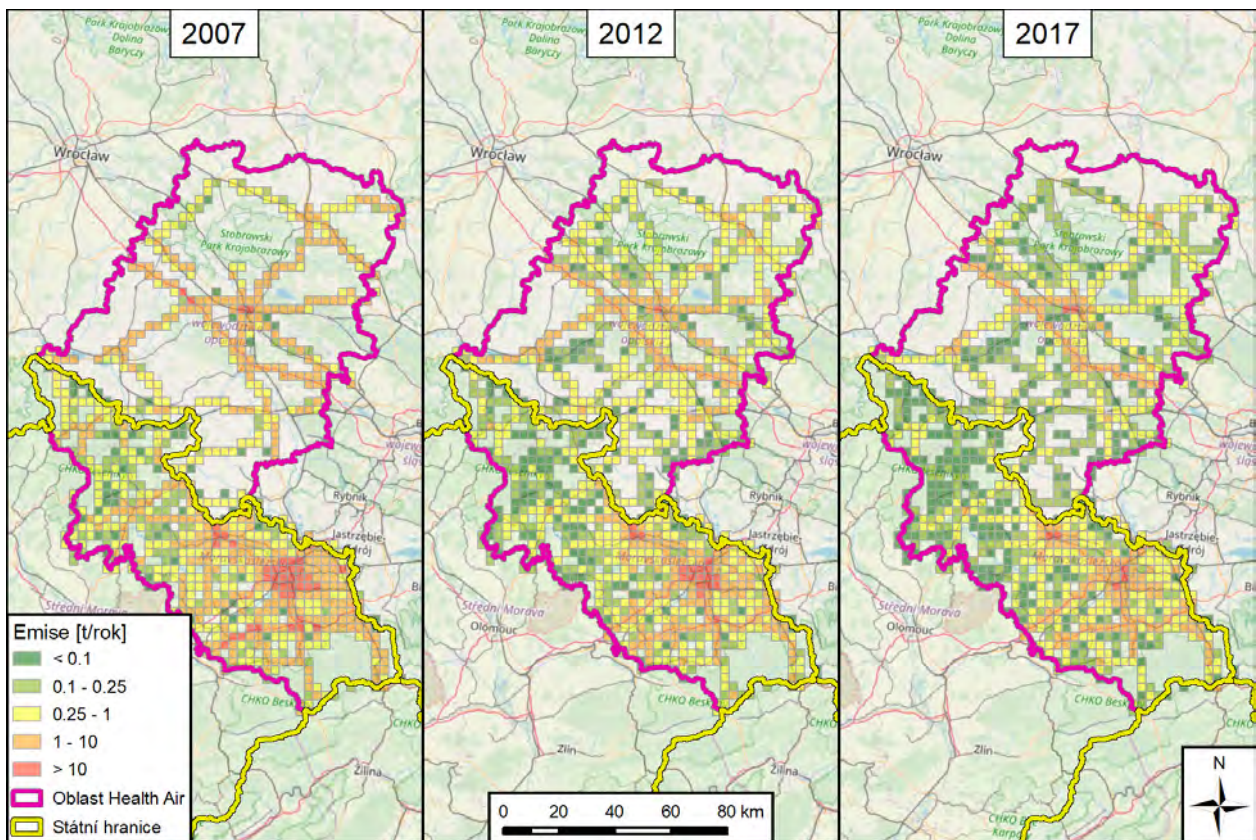
Tabulka 5.3. Emise ze silniční dopravy na zájmovém území

Substancja zanieczyszczająca/Znečišťující látka		PM_{10} [t/rok]	$PM_{2,5}$ [t/rok]	NO_x [t/rok]	B(a)P [kg/rok]
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2006	2 278,2	1 873,5	29 637,1	3,1
	Województwo opolskie/Opolské vojvodství	672,0	553,6	9 684,8	0,8
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2010	1 110,0	894,5	13 521,0	2,8
	Województwo opolskie/Opolské vojvodství	5 36,9	434,9	7 385,8	1,3
Kraj morawsko-śląski + Jeseník/ /Moravskoslezský kraj + Jeseník	2015	514,4	400,8	5 966,8	2,0
	Województwo opolskie/Opolské vojvodství	523,4	407,7	6 076,1	2,1



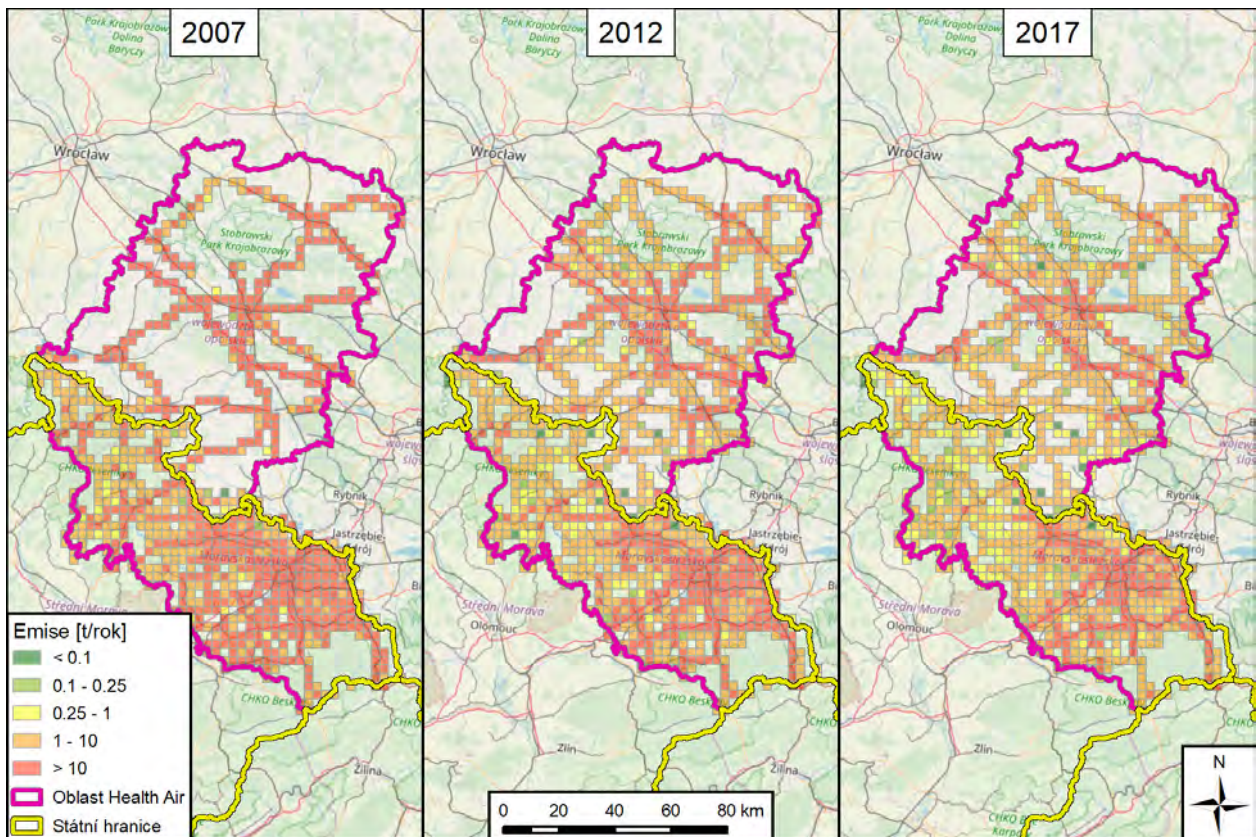
Rycina 5.9. Rozwój rozkladu emisji PM_{10} z transportu drogowego na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.9. Vývoj rozložení emisí PM_{10} ze silniční dopravy na zájmovém území



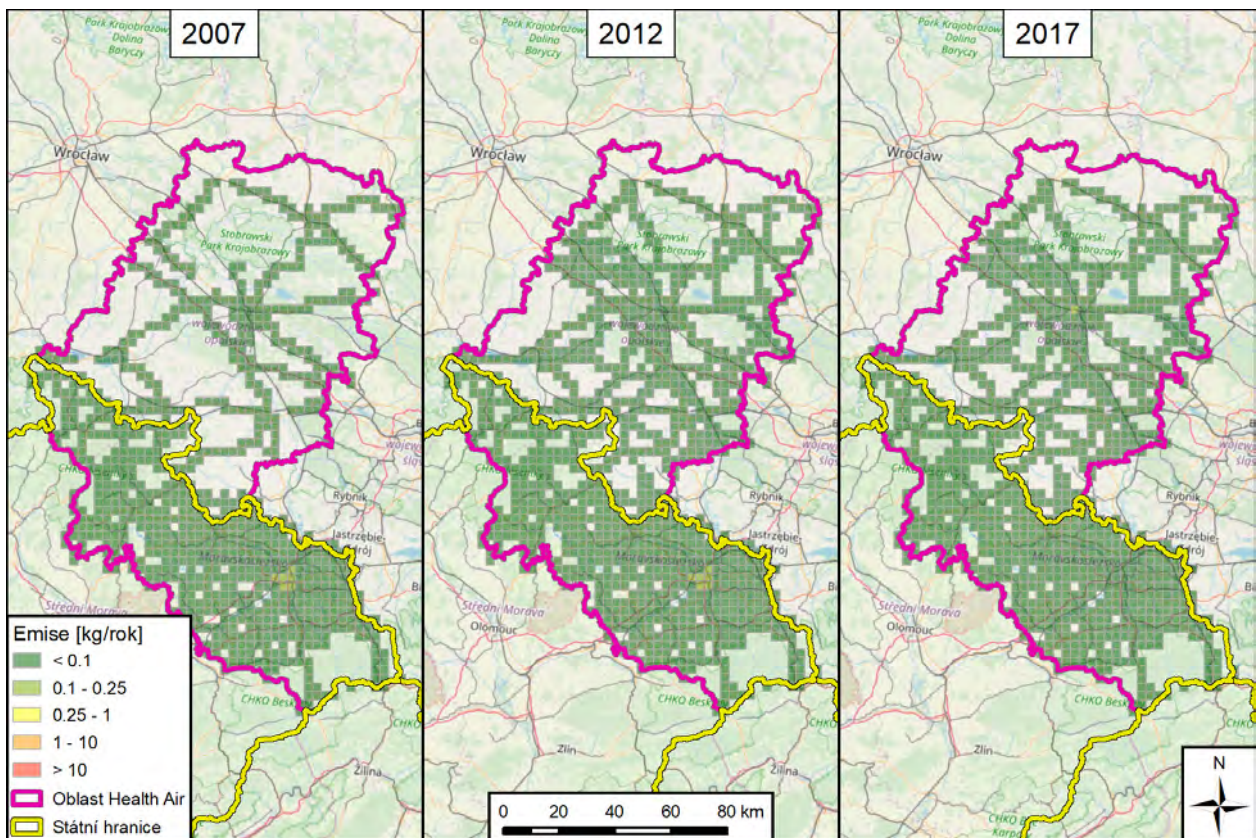
Rycina 5.10. Rozwój rozkladu emisji $PM_{2.5}$ z transportu drogowego na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.10. Vývoj rozložení emisí $PM_{2.5}$ ze silniční dopravy na zájmovém území



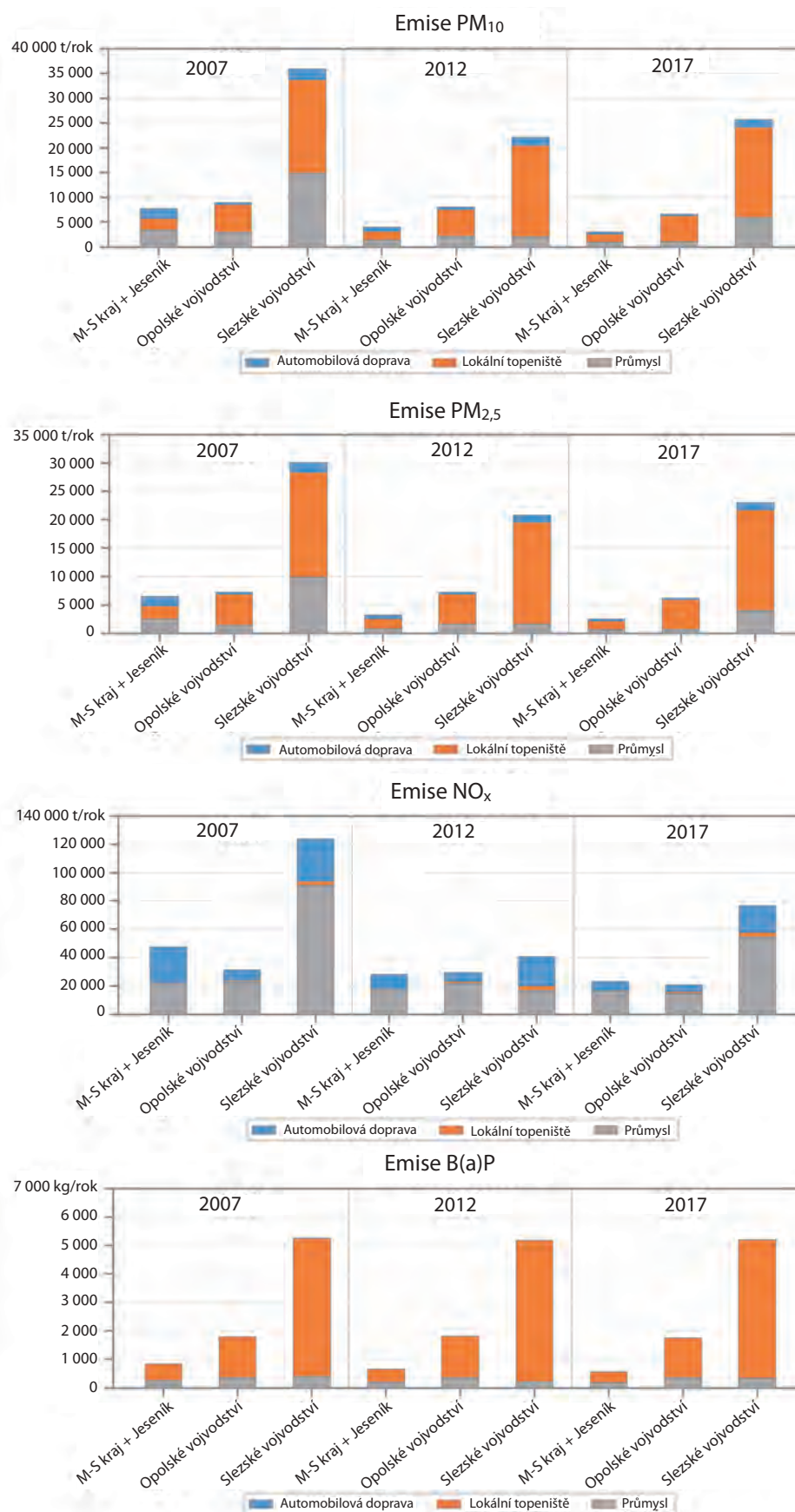
Rycina 5.11. Rozwój rozkladu emisji NO_x z transportu drogowego na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.11. Vývoj rozložení emisí NO_x ze silniční dopravy na zámovém území



Rycina 5.12. Rozwój rozkladu emisji B(a)P z transportu drogowego na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.12. Vývoj rozložení emisí B(a)P ze silniční dopravy na zámovém území



Emise/emise
Niskie emise/topeniště

Przemysł/průmysl
Transport/doprava

Rycina 5.13. Rozwój emisji zanieczyszczeń będących przedmiotem zainteresowania na przedmiotowym obszarze

Obrázek 5.13. Vývoj emisí zájmových znečišťujících látek na zájmovém území

powiatowych i gminnych, zgromadzone na potrzeby wspomagania systemu ocen jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie między innymi: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 i B(a)P za lata 2015, 2016 i 2017 [21].

Emisje z transportu w kraju morawsko-śląskim wraz z powiatem jesenickim i województwem opolskim przedstawiono zbiorczo w tabeli 5.3. Ich rozkład przestrzenny zobrazowano za pomocą kwadratów emisyjnych o boku długości 3 km na zamieszczonych rycinach.

Niepewność pomiaru w określaniu emisji z transportu jest związana z tak zwaną resuspensją – wzbiciem osadzonych cząstek w wyniku ruchu pojazdów [16]. Kolejną kwestią jest przejazd pojazdów po odcinkach, które nie są objęte liczeniem i gdzie nie można dodatkowo obliczyć częstotliwości przejazdu pojazdów.

W trakcie realizacji projektu konieczne było przeliczenie danych wejściowych o emisjach dla 2007 i 2012 roku, ponieważ te dotyczące stanu zdrowia i zapadalności ludności dla wcześniej wybranych lat analizy 2006, 2010 i 2015 nie były dostępne dla polskiej części terytorium. W przypadku transportu samochodowego wykorzystano te dane wejściowe do modelowania za rok 2006 (z 2007 r.) i 2010 (z 2012 r.). Przewidywana niepewność w określeniu emisji, która została wprowadzona do modelowania, jest szacowana na poziomie rzędu procent, uwzględniając zmiany intensywności ruchu w trakcie roku (patrz ogólnokrajowe pomiary ruchu w Czechach i Polsce wymienione wyżej).

5.4. Zbiorczy bilans emisji

Porównanie zmian zbiorczych emisji ze źródeł przemysłowych, niskich emisji i transportu drogowego na przedmiotowym obszarze w latach 2006, 2010 i 2017 pokazano na rycinie 5.13. Aby to zilustrować, uwzględniono również emisje z sąsiedniego

Během realizace projektu vznikla potřeba úpravy vstupních dat pro roky 2007 a 2012, neboť data o zdravotním stavu a nemocnosti obyvatel pro předem zvolené roky hodnocení 2006, 2010 a 2017 nebyla pro polskou část území k dispozici. V případě automobilové dopravy byla jako vstup do modelování použita data za roky 2006 (pro rok 2007) a 2010 (pro rok 2012). Předpokládaná nejistota v emisích, která byla takto do modelování vnesena, se odhaduje v řádu procent s ohledem na meziroční změny v intenzitách dopravy (viz Celostátní sčítání dopravy v Česku a Polsku uvedená výše).

5.4. Souhrnná emisní bilance

Porovnání změn souhrnných emisí z průmyslových zdrojů, lokálních topenišť a silniční dopravy na zájmovém území v průběhu let 2006, 2010 a 2017 uvádí obrázek 5.13. Pro ilustraci jsou uvedeny rovněž emise ze sousedícího Slezského Vojvodství, které byly rovněž použity jako vstup do modelování, neboť významně ovlivňují kvalitu ovzduší na zájmovém území.

województwa śląskiego, które zostały również wykorzystane jako dane wejściowe do modelowania, ponieważ znacząco wpływają na jakość powietrza na przedmiotowym obszarze.

5.5. Bibliografia/Bibliografie

[1] ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o. MEFA v. 13 [software], 2013, <http://www.atem.cz/mefa.php> (dostup/přístup: 20.12.2019).

[2] Bitta J., Ďurčanská D., Drličiak M., 2018, Project AIRTRITIA – transport DATABASE, „Research, Development and Innovation in Transport – RDIT“, https://rdit.cz/_files/200000623-cb42bcc3c3/RDIT%202018%20-%20SBORNIK.pdf (dostup/přístup: 20.12.2019).

[3] Celostátní sčítání dopravy 2010 [online], Ředitelství silnic a dálnic ČR, Praha, <http://scitani2010.rsd.cz/pages/informations/default.aspx> (dostup/přístup: 22.02.2019).

[4] Celostátní sčítání dopravy 2016 [online], Ředitelství silnic a dálnic ČR, Praha, <http://scitani2016.rsd.cz/pages/informations/default.aspx> (dostup/přístup: 22.02.2019).

[5] ČESKÁ REPUBLIKA, Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, Sbírka zákonů 2.05.2012.

[6] Dopravný model: čiastková správa, Žilinská univerzita v Žiline, Žilina, <http://apcs.vsb.cz/data/Modeldopravy-APCS.pdf> (dostup/přístup: 20.12.2019).

- [7] Drličiak M., Čelko J., 2018, Air TRITIA transport model, w/in: MATEC Web ofConferences. EDP Sciences, p. 04080.
- [8] Generalny Pomiar Ruchu w roku 2015 [online], Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa, <https://www.gddkia.gov.pl/pl/2551/GPR-2015> (dostup/přístup: 6.03.2019).
- [9] Generalny Pomiar Ruchu w roku 2010 [online], Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa, <https://www.gddkia.gov.pl/pl/987/gpr-2010> (dostup/přístup: 6.03.2019).
- [10] Generalny Pomiar Ruchu w roku 2005 [online], Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa, <https://www.gddkia.gov.pl/pl/991/gpr-2005> (dostup/přístup: 6.03.2019).
- [11] Hopan F., Horák J., 2014, Zpráva č. 34/14: Výpočet emisních faktorů znečišťujících látek pro léta 2001 až 2013 a tři varianty pro rok 2022 na základě experimentálních a statistických dat, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum, Ostrava, 13 s.
- [12] Hopan F., Horák J., 2013, Zpráva č. 77/13: Metodika stanovení „váhy“ typu paliva a typu spalovacího zařízení pro výpočet emisních faktorů znečišťujících látek měrných emisí znečišťujících látek, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum, Ostrava, 16 s., <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/MethodikaStanoveniVahy.pdf> (dostup/přístup: 20.12.2019).
- [13] Integrovaný plán mobility Ostrava [online], Statutární město Ostrava, Ostrava, <http://mobilita-ostrava.cz/ke-sta-zeni/> (dostup/přístup: 11.04.2019).
- [14] MACEJKA P., 2012, Model dopravy – technická zpráva: Informační systém kvality ovzduší v oblasti Polsko-Českého pohraničí ve Slezském a Moravskoslezském regionu, UDIMO spol. s r.o., Ostrava, 9 s.
- [15] MACHÁLEK P., MACHART J., 2009, Upravená emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2006, Český hydrometeorologický ústav, Milevsko, 8 s.
- [16] Metodika pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy [online], CENEST, s. r. o., Praha, [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vypocet_emisi_castic_metodika/\\$FILE/OOO-resuspenze_metodi-ka-20171011.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vypocet_emisi_castic_metodika/$FILE/OOO-resuspenze_metodi-ka-20171011.pdf) (dostup/přístup: 20.12.2019).
- [17] MODLÍK M., BUFKA A., HOPAN F., HORÁK J., Metodika inventarizace emisí ze spalování paliv v domácnostech, Český hydrometeorologický ústav, b.d. 45 s., <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/NovaMetodi-kaEBSpalovZdrojuVDomacnostech.pdf> (dostup/přístup: 20.12.2019).
- [18] Plán udržitelné městské mobility Opava [online], UDIMO, spol. s r.o., Ostrava, <http://mobilita-opava.cz/dokumenty/> (dostup/přístup: 22.02.2019).
- [19] Vyhláška č. 415/2012 Sb. ze dne 30. listopadu 2012, o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.
- [20] Výsledky celostátního sčítání dopravy na silniční a dálniční síti ČR v roce 2005, Ředitelství silnic a dálnic ČR, Praha, <https://www.rsd.cz/vysledky-csd-2005/> (dostup/přístup: 22.02.2019).
- [21] Dane emisyjne przygotowane w ramach pracy pt „Wspomaganie systemu ocen jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, B(a)P dla lat 2015, 2016, 2017”, Inspekcja Ochrony Środowiska, 2018 r./Údaje o emisích připravené jako součást práce „Podpora systému posuzování kvality ovzduší s využitím modelování v rozsahu PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, B(a)P v letech 2015, 2016, 2017”, Inspekcje ochrany životního prostředí (GIOS), 2018.

6.

OCENA TOKSYCZNOŚCI WYBRANYCH NAJWAŻNIEJSZYCH ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza jest ogólnie złożonym zagadnieniem, ponieważ substancji zanieczyszczających pochodzących z różnych źródeł jest wiele i dodatkowo tworzą różne skomplikowane mieszaniny. Ich niebezpieczne właściwości mogą się kumulować, w wyniku czego może występować ich dodatkowe lub multiplikowane oddziaływanie. Ponadto źródła emisji nie wydzielają substancji zanieczyszczających jedynie do atmosfery, ale również wewnątrz budynków. I chociaż na stężenie substancji zanieczyszczających w budynkach ma wpływ stężenie zanieczyszczeń w atmosferze, występują tu także inne źródła zanieczyszczeń (np. meble, wykładziny podłogowe, środki czyszczące itp.), szczególnie gdy uwzględnimy, że we wnętrzach większość ludzi przebywa dłużej niż na zewnątrz (zwłaszcza w okresie zimowym). Z wyżej wymienionych powodów konieczność oceny ekspozycji w odniesieniu tylko do niektórych wybranych substancji w środowisku zewnętrznym należy uważać za znaczne ograniczenie projektu HealthAir.

W projekcie HealthAir były oceniane takie substancje zanieczyszczające, w przypadku których udokumentowano długoterminowe (chroniczne) oddziaływanie i dla których możliwe było uzyskanie odpowiednich danych o ich stężeniach w wolnym powietrzu w dłuższym (co najmniej dziesięcioletnim) okresie. Z wcześniejszych badań epidemiologicznych wynika, że jedną z najistotniejszych substancji zanieczyszczających jest pył zawieszony, który jest definiowany w ramach kilku frakcji, określających jego charakterystykę za pomocą średnicy aerodynamicznej cząstek. Zwykle monitorowane są frakcje PM_{10} (średnica aerodynamiczna ok. $< 10 \mu m$) oraz $PM_{2,5}$ (średnica aerodynamiczna ok. $< 2,5 \mu m$), w przybliżeniu odpowiadające frakcji tchawiczej, ewentualnie respirabilnej. Drobne (o małej średnicy aerodynamicznej) cząstki pyłu zawieszonego przedostają się do pęcherzyków płucnych, gdzie ich oddziaływanie biologiczne z reguły jest znacznie wyraźniejsze niż większych cząstek (o większej średnicy aerodynamicznej). Z cząstkami pyłu z reguły wiążą się inne szkodliwe substancje. Z substancji, które przenoszą wyżej wymienione cząstki pyłu zawieszony

HODNOCENÍ TOXICITY VYBRANÝCH NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH POLUTANTŮ OVZDUŠÍ

Charakteristika znečištění ovzduší je obecně složitá, protože polutantů emitovaných z různých zdrojů je celá řada a vytvářejí různě komplikované směsi. Jejich nebezpečné vlastnosti se mohou kombinovat, čímž může docházet k aditivnímu či multiplikativnímu účinku. Rovněž lze pozorovat výskyt škodlivých látek nejen ve volném ovzduší, ale i ve vnitřním prostředí budov. I když je koncentrace polutantů ve vnitřním prostředí ovlivňována koncentracemi polutantů ve volném ovzduší, vyskytují se zde navíc i další zdroje znečištění (např. nábytek, podlahové krytiny, čisticí prostředky, atd.). Kvalitu ovzduší ve vnitřním prostředí budov není dobré opomíjet, zvláště přihlédneme-li ke skutečnosti, že ve vnitřním prostředí se většina lidí zdržuje delší dobu než v prostředí venkovním (zvláště v zimním období). Z výše uvedených důvodů je potřeba hodnocení expozice pouze pomocí látek ve venkovním prostředí považovat za značnou limitaci (omezení) projektu HealthAir.

V projektu HealthAir byly hodnoceny takové polutanty, u kterých byly prokázány dlouhodobé (chronické) účinky a u kterých bylo možné získání relevantních dat o koncentracích ve volném ovzduší v dlouhodobém (minimálně desetiletém) odstupu. Z dřívějších epidemiologických studií je známo, že jedním z nejvýznamnějších kontaminantů ovzduší je polévatý prach, který je charakterizován několika konvencemi, které popisují jeho charakteristiku pomocí aerodynamického průměru částic. Běžně monitorované jsou frakce PM_{10} (aerodynamický průměr cca $< 10 \mu m$) a $PM_{2,5}$ (aerodynamický průměr cca $< 2,5 \mu m$), přibližně odpovídající thorakální a respirabilní konvenci. Jemné částice polévatého prachu (s malým aerodynamickým průměrem) se dostávají až do plicních alveol, proto je jejich biologický účinek zpravidla významnější, než u hrubších částic (s větším aerodynamickým průměrem). Na prachové částice bývají zpravidla navázány další škodlivé látky. Z látek, které nesou částice polévatého prachu, byl v projektu HealthAir hodnocen pouze zástupce velké skupiny polycyklických aromatických uhlovodíků, a to bezo(a)pyren. Nebyla hodnocena přítomnost dalších látek, jako například kovů a jejich sloučenin. Z plyných

nego, w projekcie HealthAir wzięto pod uwagę jedynie reprezentanta dużej grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, to znaczy benzo(a)-piren. Nie była zatem oceniana obecność pozostałych substancji, np. metali i ich związków. Z gazowych substancji szkodliwych lub takich, które występują w parach, wzięto pod uwagę jedynie tlenek azotu, ponieważ są mu przypisywane nie tylko ostre (krótkotrwałe) oddziaływania, ale również i te długotrwałe. W projekcie planowano ocenę ekspozycji na benzen i ozon, ale dla tych szkodliwych substancji nie były dostępne potrzebne dane. Ocena ekspozycji jedynie na kilka wybranych substancji zanieczyszczających jest znacznym ograniczeniem tego projektu, jednak wielu specjalistów zgadza się z tym, że właśnie aerozolowe cząstki PM_{10} i $PM_{2,5}$ oraz policykliczne węglowodory aromatyczne z punktu widzenia obciążenia ludności oraz oddziaływania na zdrowie mają długoterminowo największe znaczenie [1].

6.1. Ocena toksyczności PM_{10} i $PM_{2,5}$

Pył zawieszony jest najpowszechniejszym i wszechobecnym zanieczyszczeniem powietrza. Oddziaływanie cząstek pyłowych jest uzależnione od ich wielkości, kształtu i składu chemicznego. Ich średnica aerodynamiczna wpływa na przenikanie, dystrybucję i odkładanie się w układzie oddechowym. Większe cząstki są wychwytywane w górnych partiach układu oddechowego. Cząstki PM_{10} (o średniej wartości średnicy aerodynamicznej $10\ \mu\text{m}$) przenikają do dolnych dróg oddechowych. Cząstki frakcji $PM_{2,5}$ przenikają do dolnych dróg oddechowych, konkretnie do oskrzelików, a najmniejsza, submikrometryczna frakcja aż do pęcherzyków płucnych. Na działania cząstek zawieszonych wpływa także adsorpcja innych substancji zanieczyszczających na ich powierzchni (cząstki siarczanów, węgla, metal lub policykliczne węglowodory aromatyczne). Cząstki pyłu mogą również służyć jako nośnik dla zaadsorbowanych składników gazowych. Zakłada się, że pył to mieszanina substancji o bezprogowych działaniach biologicznych. Nie istnieje zatem bezpieczny próg narażenia (ekspozycji). Stężenie progowe jest opisywane w publikacjach WHO w związku z najniższymi ekspozycjami, w przypadku których niekorzystnych działań nie można już epidemiologicznie udokumentować [2].

Wymienione substancje zanieczyszczające, w określonych warunkach narażenia, mogą mieć wiele niekorzystnych działań biologicznych. Pył zawieszony powoduje zwiększoną śmiertelność i zapadalność (szczególnie na choroby układu oddechowego) już przy krótkotrwałych podwyższonych ekspozycjach. Przekonujący dowód wskazuje także na zależność

škodliwin či takových, které se vyskytují v parách byl hodnocen pouze oxid dusičitý, z toho důvodu, že jsou mu přisuzovány nejen akutní (krátkodobé) účinky, ale i ty dlouhodobé. Plánovalo se v projektu hodnotit také expozice benzenu a ozónu, ale pro tyto škodliviny nebyla dostupná potřebná vstupní data. Hodnocení expozice pouze pár vybraných polutantů je značným limitem tohoto projektu, ovšem řada odborníků se shoduje, že právě aerosolové částice PM_{10} a $PM_{2,5}$ a polycyklické aromatické uhlovodíky mají z hlediska zátěže obyvatel a vlivu na zdraví dlouhodobě největší význam [1].

6.1. Hodnocení toxicity PM_{10} a $PM_{2,5}$

Polétavý prach je nejvýznamnější a všudypřítomná škodlivina v ovzduší. Účinek částic prachu závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Jejich aerodynamický průměr ovlivňuje průnik, distribuci a ukládání v dýchacím traktu. Větší částice jsou zachyceny v horních částech dýchacího ústrojí. Částice PM_{10} (se střední hodnotou aerodynamického průměru $10\ \mu\text{m}$) prostupují do dolních cest dýchacích. Částice frakce $PM_{2,5}$ pronikají do dolních cest dýchacích, konkrétně do průdušinek, nejjemnější submikrometrická frakce až do plicních sklípků. Účinky suspendovaných částic jsou ovlivněny také adsorpcí dalších znečišťujících látek na jejich povrchu (částice síranů, uhlíku, kovů nebo policyklických aromatických uhlovodíků). Prachové částice mohou sloužit také jako vektor pro adsorbované plynné složky. Předpokládá se, že prach je směsí látek s bezprahovými biologickými účinky. Neexistuje tedy bezpečný práh expozice. Prahová koncentrace je popisována v publikacích WHO v souvislosti s nejnižšími expozicemi, u kterých již nepříznivé účinky nelze epidemiologicky prokázat [2].

Uvedené polutanty mohou mít, za určitých expozičních podmínek řadu nepříznivých biologických účinků. Polétavý prach způsobuje zvýšenou úmrtnost a nemocnost (zvláště dýchacího systému) už při krátkodobě zvýšených expozicích. Přesvědčivý důkaz také poukazuje na vztah mezi expozicí $PM_{2,5}$ a úmrtím na kardiovaskulární a respirační příčiny nebo na rakovinu plic. Zatímco u mnoha dalších příčin úmrtí (jako jsou gastrointestinální choroby) je méně pravděpodobné, že budou tímto parametrem kvality ovzduší ovlivněny. U exponované populace je pozorován také vyšší výskyt infekčních onemocnění, patrně způsobených oslabením imunitního systému [3].

Na základě výsledku studií došla Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) v roce 2013 k závěru, že expozice vnějšímu znečištěnému ovz-

między zgonem z przyczyn sercowo-naczyniowych, oddechowych i z powodu raka płuc a narażeniem na $PM_{2,5}$, podczas gdy jest mniej prawdopodobne, że ten parametr jakości powietrza wpłynie na zgony z wielu innych przyczyn (jakimi są choroby przewodu pokarmowego). W przypadku narażonej populacji obserwowane jest także występowanie chorób zakaźnych, najprawdopodobniej w następstwie osłabienia układu odpornościowego [3].

Na podstawie wyniku badania Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) w roku 2013 doszła do wniosku, że narażenie na zewnętrzne zanieczyszczenie powietrza i narażenie na pył zawieszony (PM) powoduje raka płuc i sklasyfikowała te czynniki narażenia jako wykazane ludzkie karcynogeny (kategoria 1) [4]. Wniosek ten oparła na wynikach obszernej metaanalizy obejmującej 17 kohort europejskich European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). Wyniki tego badania wykazują znaczącą statystycznie zależność między ryzykiem raka płuc a narażeniem na PM_{10} , to samo badanie potwierdziło również związek między narażeniem na PM_{10} i $PM_{2,5}$ a rozwojem gruczolakoraka (adenokarcynomy). Zalecane przez WHO wartości dopuszczalne dla średnich rocznych stężeń ustalono na $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla PM_{10} i $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla $PM_{2,5}$.

6.2. Ocena toksyczności NO_2

Dwutlenek azotu (NO_2) jest w przeważającej części emitowany przy spalaniu. Najbardziej na działanie dwutlenku azotu narażeni są mieszkańcy wielkich aglomeracji o dużym natężeniu ruchu drogowego. Jego stężenie w znacznym stopniu koreluje z innymi pierwotnymi i wtórnymi substancjami szkodliwymi. Wszechobecny dwutlenek azotu ma przewlekłe niekorzystny wpływ na układ oddechowy. Jego działanie jest również łączone ze wzrostem całkowitej umieralności i umieralności specyficznej na choroby układów sercowo-naczyniowego i układu oddechowego [5]. Na podstawie wpływu na zmiany reaktywności u najbardziej wrażliwych astmatyków jest także ustalana wartość WHO dla 1-godzinnego stężenia NO_2 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [2].

Dla dzieci narażenie na wyższe wartości NO_2 oznacza zwiększone ryzyko chorób układu oddechowego i gorszych objawów oskrzelowych (u dzieci z astmą) w następstwie osłabienia odporności na infekcje i pogorszenie funkcji płuc [6].

6.3. Ocena toksyczności benzo(a)pirenu

Benzo(a)piren to wielopierścieniowy węglowodór aromatyczny, który powstaje jako najczęstszy produkt

duży a ekspozycje polétawému prachu (PM) způsobuje rakovinu plic a klasifikovala tyto expoziční faktory jako prokázané lidské karcinogeny (kategorie 1) [4]. Tento závěr vyvodila z výsledků obsáhlé meta-analýzy shrnující 17 evropských kohort European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). Výsledky této studie prokazují statisticky významnou souvislost mezi rizikem vzniku plicního karcinomu a expozicí PM_{10} a stejně tak studie potvrdila asociaci mezi expozicí PM_{10} a $PM_{2,5}$ a vznikem adenokarcinomu. Doporučené mezní hodnoty WHO pro průměrné roční koncentrace jsou u PM_{10} stanoveny na $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a u $PM_{2,5}$ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.2. Hodnocení toxicity NO_2

Oxid dusičitý (NO_2) je majoritně emitován při spalování. Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Jeho koncentrace vysoce korelují s ostatními primárními i sekundárními zplodinami. Všudypřítomný oxid dusičitý má chronické nepříznivé účinky na dýchací systém. Jeho působení je rovněž spojováno se zvýšením celkové úmrtnosti a specifické úmrtnosti na kardiovaskulární a respirační onemocnění [5]. Z působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je také odvozena doporučená hodnota WHO pro 1 hodinovou koncentraci NO_2 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [2].

Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO_2 zvýšené riziko respiračních onemocnění a zhoršených bronchitických příznaků (u astmatických dětí) v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci a snížení plicních funkcí [6].

6.3. Hodnocení toxicity benzo(a)pirenu

Benzo(a)pyren je polycyklický aromatický uhlovodík, který vzniká nejčastěji jako produkt nedokonalého spalování. Benzo(a)pyren byl na základě silných důkazů z epidemiologických a experimentálních studií zařazen Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) do skupiny prokázaných lidských karcinogenů (skupina 1). Důkazy zahrnují četné výsledky prokazující karcinogenní potenciál látky, obzvláště u respiračního traktu a kůže. Benzo(a)pyren a jeho metabolity patří mezi látky snadno distribuované v organismu se schopností bioakumulace v mateřském mléce, imunosuprese, či endokrinní disrupce. Výsledky epidemiologických studií prokazují asociace mezi expozicí benzo(a)pirenu a rozvojem vývojové toxicity a neurotoxicity [7]. Pro benzo(a)pyren je jednotka karcinogenního rizika (UCR) definovaná WHO jako $9 \times 10^{-2} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$.

niedoskonałego spalania. Benzo(a)piren na podstawie mocnych dowodów uzyskanych w badaniach epidemiologicznych i eksperymentalnych został zaklasyfikowany przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC) do grupy potwierdzonych czynników rakotwórczych dla ludzi (grupa 1). Dowody obejmują liczne wyniki wykazujące rakotwórczy potencjał substancji, zwłaszcza w odniesieniu do układu oddechowego i skóry. Benzo(a)piren i jego metabolity należą

do substancji łatwo rozpraszanych w organizmie ze zdolnością bioakumulacji w mleku matki, mają działanie immunosupresyjne i wywołują zaburzenia endokrynologiczne. Wyniki badań epidemiologicznych wykazują powiązanie między narażeniem na benzo(a)piren a rozwojem toksyczności rozwojowej i neurotoksyczności [7]. Dla benzo(a)pirenu jednostka ryzyka rakotwórczego (UCR) jest definiowana przez WHO jako $9 \times 10^{-2} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$.

6.4. Bibliografia/Bibliografie

[1] SZÚ. Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší, Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí. Státní zdravotní ústav, Praha. 2018. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_17/ovzdusi_2017.pdf.

[2] MŽP, 2017, Informace o zdravotních rizicích spojených s kvalitou ovzduší v roce 2017. Kvalita ovzduší – Ministerstvo životního prostředí [online], Praha, [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdusi/\\$FILE/OO-Zdravotni_rizika_2017-20190708.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdusi/$FILE/OO-Zdravotni_rizika_2017-20190708.pdf) (dostup/přístup: 17.11.2019).

[3] WHO, 2013, Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project – Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide [online], World Health Organization, Copenhagen, Denmark, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf (dostup/přístup: 22.11.2019).

[4] IARC, 2013, *AIR POLLUTION AND CANCER*, 1, France: International Agency for Research on Cancer, Lyon.

[5] HOEK G. et al., 2013, *Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review*, „Environmental Health” [online], 12 (1), <http://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-12-43> (dostup/přístup: 22.11.2019).

[6] McConnell R. et al., 2003, *Prospective Study of Air Pollution and Bronchitic Symptoms in Children with Asthma*, „American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine” [online], 168 (7), s. 790–797, <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1164/rccm.200304-466OC> (dostup/přístup: 22.11.2019).

[7] US EPA, 2017, Toxicological Review of Benzo(a)pyrene. Executive summary, https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0136_summary.pdf#nameddest=canceroral (dostup/přístup: 22.11.2019).

7.

ANALIZA WPŁYWU ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA NA ZDROWIE SPOŁECZEŃSTWA I ŚMIERTELNOŚĆ

7.1. Metodyka oceny ryzyka zdrowotnego

Narażenie na zewnętrzne zanieczyszczone powietrze na podstawie wyników badań epidemiologicznych i dowiedzionych zmian na poziomie molekularnym jest związane ze zwiększoną śmiertelnością i zapadalnością na wiele chorób cywilizacyjnych. Wyniki najnowszych publikacji zbiorowych amerykańskiej Environmental Protection Agency (EPA) i Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) są zgodne w tym, że zanieczyszczenie powietrza przyczynia się do skrócenia przewidywanej długości życia [1–2]. Z tych poważnych powodów zanieczyszczenie powietrza jest obecnie uważane za główny czynnik przyczyniający się do globalnego obciążenia chorobami, zwłaszcza w krajach o niskich i średnich dochodach. Światowa Organizacja Zdrowia opublikowała całościową metodykę oceny ryzyka dla zdrowia i późniejszych wpływów na zdrowie mieszkańców, żyjących w warunkach różnego obciążenia środowiska. W celu porównania znaczenia chorób w skali regionalnej lub globalnej niezbędna jest walidacja, integracja i analiza danych według zharmonizowanego podejścia, który ta metodyka oferuje. Ze względu na ważne zadanie polityki publicznej w zakresie ochrony zdrowia publicznego, polegające na podejmowaniu wysiłków w celu złagodzenia tego czynnika, metodyka Burden of Disease (BoD) może być wykorzystana jako podstawa przy ustaleniu priorytetów w dziedzinie badań i zdrowia oraz przy tworzeniu planów działania. Za pomocą tej metody można także zidentyfikować poszkodowane grupy mieszkańców (np. żyjące na zanieczyszczonych obszarach przemysłowych) z ukierunkowaniem na interwencje zdrowotne [3].

7.1.1. Oszacowanie ryzyka zdrowotnego ze strony czynników rakotwórczych

Ryzyko zachorowania na raka jest określane w odniesieniu do substancji o działaniu bezprogowym. W ramach niniejszego projektu została oceniona

ANALÝZA DOPADU ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ZDRAVÍ SPOLEČNOSTI A ÚMRTNOST

7.1. Metodika hodnocení zdravotních rizik

Expozice vnějšmu znečištěnému ovzduší je na základě výsledků epidemiologických studií a prokázaných změn na molekulární úrovni spojována se zvýšenou mortalitou a morbiditou na řadu civilizačních onemocnění. Výsledky nejnovějších souhrnných publikací americké Environmental Protection Agency (EPA) i Světové zdravotnické organizace (WHO) se shodují na tom, že znečištění ovzduší přispívá ke zkrácení předpokládané délky života [1–2]. Z těchto závažných důvodů je znečištěné ovzduší v současné době považováno za hlavního přispěvatele ke globální zátěži onemocněními, a to zejména v zemích s nízkými a středními příjmy. Světovou zdravotnickou organizací byla publikována ucelená metodyka hodnocení zdravotních rizik a následných zdravotních dopadů obyvatel žijících v různých podmínkách environmentálního zatížení. Pro srovnání významu onemocnění v regionálním či globálním měřítku je nezbytné data validovat, integrovat a analyzovat podle harmonizovaného přístupu, který tato metodyka poskytuje. S ohledem na významnou úlohu veřejné politiky v ochraně veřejného zdraví vynakládající úsilí při zmírňování tohoto faktoru, může být metodyka Burden of Disease (BoD) využita jako podklad při stanovování priorit v oblasti výzkumu a zdraví a při tvorbě akčních plánů. Pomocí této metody lze také identifikovat znevýhodněné skupiny obyvatel (např. žijící v průmyslových znečištěných oblastech) se zacílením na zdravotní intervence [3].

7.1.1. Odhad karcinogenních rizik

Karcinogenní rizika jsou vyjadřována pro látky s bezprahovými účinky. V rámci tohoto projektu byla hodnocena expozice benzo(a)pyrenu, který byl Světovou zdravotnickou organizací klasifikován do skupiny 1, tedy mezi látky s prokazatelně karcinogenními účinky. Výsledkem hodnocení rizik je Celoživotní in-

ekspozycja na benzo(a)piren, który przez Światową Organizację Zdrowia został zaklasyfikowany do grupy 1, czyli do substancji o potwierdzonych działaniach rakotwórczych. Wynikiem oceny ryzyka jest określenie całozyciowego indywidualnego ryzyka zachorowania na raka – Life time individual cancer risk (LICR), które można zinterpretować jako ryzyko (czyli prawdopodobieństwo) rozwoju raka w ciągu całego życia z powodu długotrwałego narażenia na BaP z powietrza.

Wskaźnik LICR jest obliczony jako iloczyn jednostki ryzyka raka (UCR) i rocznego średniego stężenia BaP w danym badanym powiecie.

$$LICR = UCR \times E$$

gdzie:

UCR – jednostka ryzyka raka zdefiniowana przez WHO jako $9 \times 10^{-2} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ i US EPA $6 \times 10^{-4} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ wyrażająca ogólnie akceptowalny poziom prawdopodobieństwa rozwoju raka przy ekspozycji na $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ polutantów w powietrzu,

E – ekspozycja zdefiniowana jako roczne średnie stężenie BaP w danym roku i w przedmiotowym powiecie $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$.

W przypadku, gdy LICR wynosi $< 1/1000000$, chodzi o ogólnie akceptowalne (niskie) ryzyko, ponieważ oczekuje się wystąpienia 1 przypadku zachorowania na 1 000 000 narażonych osób. Jeśli LICR wynosi $> 1/10000$, chodzi o ogólnie nieakceptowalne (wysokie) ryzyko, ponieważ oczekuje się wystąpienia więcej niż 1 przypadku zachorowania na 1 000 000 narażonych osób.

Jeśli LICR jest w przedziale od $1/1000000$ do $1/10000$, wtedy należy przeprowadzić także obliczenie populacyjnego ryzyka zachorowania na raka – Lifetime population cancer risk (LPCR), wyrażonego w następujący sposób:

$$LPCR = LICR \cdot N$$

gdzie:

N – liczba mieszkańców (na przedmiotowym obszarze).

7.1.2. Oszacowanie potencjalnego ryzyka względnego

Chodzi o obliczenia ryzyka względnego (RR) powstającego w następstwie długotrwałego narażenia na zwiększone stężenia polutantów powietrza. Obliczenia są teoretyczne i opierają się na dotychczasowej wiedzy o stosunku między dawką (narażenie na polutanty powietrza) i efektem biologicznym (zapadalność/umieralność na konkretną przyczynę zachorowania). Ryzyko względne wyraża, ile razy prawdopodobieństwo wystąpienia choroby u narażonej populacji jest wyższe w porównaniu z populacją nienarażoną.

indywidualni karcinogeni ryzyko – Life time individual cancer risk (LICR), które lze interpretovat jako riziko (tedy pravděpodobnost) vzniku karcinomu v průběhu celého života z důvodu dlouhodobé expozice B(a)P z ovzduší.

Ukazatel LICR je vypočten jako součin Jednotky karcinogenního rizika (UCR) a roční průměrné koncentrace B(a)P v daném zájmovém okrese.

$$LICR = UCR \times E$$

kde:

UCR – jednotka karcinogenního rizika definovaná WHO jako $9 \times 10^{-2} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ a US EPA $6 \times 10^{-4} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ vyjadřující všeobecně přijatelnou míru pravděpodobnosti vzniku karcinomu v populaci při expozici $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ polutantu v ovzduší,

E – expozice definovaná jako roční průměrná koncentrace B(a)P v daném roce a zájmovém okrese $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$.

V případě, že je LICR $< 1/1000000$, pak se jedná o všeobecně přijatelné (nízké) riziko, protože se očekává rozvoj 1 případu onemocnění na 1 000 000 exponovaných osob. Pokud je LICR $> 1/10000$, jedná se o všeobecně nepřijatelné (vysoké) riziko, protože se očekává rozvoj více než 1 případu onemocnění na 1 000 000 exponovaných osob.

Pokud je LICR v intervalu $1/1000000$ až $1/10000$, pak je vhodné provést také výpočet populačního karcinogenního rizika – Lifetime population cancer risk (LPCR) vyjádřeného takto:

$$LPCR = LICR \cdot N$$

kde:

N – počet obyvatel (v zájmové populaci).

7.1.2. Odhad potenciálních relativních rizik

Jedná se o výpočty relativního rizika (RR) vznikajícího v důsledku dlouhodobé expozice zvýšeným koncentracím polutantů ovzduší. Výpočty jsou teoretické a vycházejí z dosavadních znalostí o vztahu mezi dávkou (expozice polutantu ovzduší) a biologickým účinkem (nemocnost/úmrtí na konkrétní příčinu onemocnění). Relativní riziko vyjadřuje, kolikrát je vyšší pravděpodobnost vzniku onemocnění u exponované populace oproti neexponované populaci.

Pro výpočet relativních rizik jsou využity následující vztahy (1) a (2). Použití určitého vztahu je specifické pro jednotlivé epidemiologické ukazatele (viz tabulka 7.1).

Do obliczenia ryzyka względnego zostały wykorzystane następujące wzory (1) i (2). Zastosowanie określonego wzoru jest specyficzne dla poszczególnych wskaźników epidemiologicznych, zob. tabela 7.1.

$$RR(x) = \frac{(RR_{10} - 1) \cdot (x - x_0)}{10} + 1 \quad (1)$$

$$RR(x) = \frac{(x + 1)^d}{(x_0 + 1)^d} \quad (2)$$

gdzie:

x – średnie roczne stężenie danego polutantu w badanym powiecie w danym roku,

x_0 – najwyższe roczne stężenia, w przypadku których nie można wykazać zwiększenia ryzyka zdrowotnego (według WHO) $PM_{2,5} = 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $PM_{10} = 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (stosunek $PM_{2,5}/PM_{10} = 0,5$), $NO_2 = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (wpływ NO_2 jest również uwzględniony w zależnościach dla pyłu zawieszzonego $PM_{2,5}$ i PM_{10}),

d – współczynnik regresyjny, wyrażający stosunek dawka – efekt, opublikowany przez WHO.

Wyniki badań epidemiologicznych (wyrażone jako ryzyko względne) zostały użyte przez Światową Organizację Zdrowia do oceny ryzyka zdrowotnego, czyli prawdopodobieństwa rozwoju choroby i przedwczesnego zgonu ze specyficznych przyczyn, w odniesieniu do konkretnej ludności żyjącej na obszarach o gorszej jakości powietrza.

Tabela 7.1. Następstwa zdrowotne (umieralność, chorobowość i zapadalność) i opisane ryzyko względne, powstające w wyniku ekspozycji na polutanty powietrza [4]

Tabulka 7.1. Zdrowotni następki (úmrtności, prevalence a incidence onemocněni) a popsaná relativní rizika vznikající v důsledku expozice polutantům ovzduší [4]

		ICD code	Age	RR
Calkovita umieralność pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ / Celková úmrtnost vlivem expozice $PM_{2,5}$	TM	All cause	≥ 30 years	RR10 = 1,062 (1,040–1,083) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Calkovita umieralność pod wpływem ekspozycji na NO_2 / Celková úmrtnost vlivem expozice NO_2	TM	All cause	≥ 30 years	RR10 = 1,055 (1,031–1,08) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umieralność z przyczyn krążeniowo-oddechowych pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ (niedokrwienna choroba serca, martwica i przewlekła obturacyjna choroba płuc) / Kardiopulmonální úmrtnost vlivem expozice $PM_{2,5}$ (Ischemická choroba srdeční, mrtvice a chronická obstrukční plicní nemoc)	CPM	I20–I25 J40–J44, J47 I60–I63, I65–I67, I69.0–I69.3	≥ 30 years	$\frac{((x+1)^{0,15515})}{((x_0+1)^{0,15515})}$
Umieralność na raka płuc pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ / Úmrtnost na karcinom plic vlivem expozice $PM_{2,5}$	LCM	C33–C34, D02.1–D02.2, D38.1	≥ 30 years	$\frac{((x+1)^{0,23218})}{((x_0+1)^{0,23218})}$
Chorobowość z powodu oskrzeli u dzieci pod wpływem ekspozycji na PM_{10} / Prevalence bronchitid u dětí vlivem expozice PM_{10}	PBC	(J20, J40–J44)	6–12 (6–18) years	RR10 = 1,08 (0,98–1,19) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$RR(x) = \frac{(RR_{10} - 1) \cdot (x - x_0)}{10} + 1 \quad (1)$$

$$RR(x) = \frac{(x + 1)^d}{(x_0 + 1)^d} \quad (2)$$

kde:

x – průměrná roční koncentrace daného polutantu v zájmovém okresu v daném roce,

x_0 – nejvyšší roční koncentrace, u kterých ještě nelze prokázat zvýšení zdravotních rizik (podle WHO) $PM_{2,5} = 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $PM_{10} = 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (podíl $PM_{2,5}/PM_{10} = 0,5$), $NO_2 = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vliv NO_2 je rovněž zahrnut ve vztazích pro polétavý prach $PM_{2,5}$ a PM_{10}),

d – regresní koeficient vyjadřující vztah dávka – účinek publikovaný WHO.

Výsledky epidemiologických studií (vyjádřeny jako relativní rizika) byly Světovou zdravotnickou organizací použity k vyhodnocení zdravotních rizik, tedy pravděpodobnosti rozvoji a předčasného úmrtí na specifické příčiny onemocněni aplikované na konkrétní obyvatelstvo žijící v oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší.

7.1.3. Odhad Populační atributivní frakce

K výpočtu Populačních atributivních frakcí – Population attributable fraction (PAF) jsou použity výsledky výpočtu relativních rizik daných onemocněni

Zapadalność na zapalenie oskrzeli u dorosłych pod wpływem ekspozycji na PM ₁₀ /Incidence bronchitid u dorosłych wlivem expozice PM ₁₀	IBA (J40–J44)	> 18 years	RR10 = 1,117 (1,040–1,189) per 10 µg/m ³
Umieralność postneonatalna pod wpływem ekspozycji na PM ₁₀ /Postneonatalni úmrtnost wlivem expozice PM ₁₀	PNM	1–12 months	RR10 = 1,04 (1,02–1,07) per 10 µg/m ³
Ostra infekcja dolnych dróg oddechowych/Akutní infekce dolních cest dýchacích	ALRI J10–J22	< 5 years	NA

7.1.3. Oszacowanie frakcji przypisywanych populacji

Do obliczenia frakcji przypisywanych populacji – Population attributable fraction (PAF) zostały użyte wyniki obliczenia ryzyka względnego dla danych chorób przy jednoczesnej znajomości udziału populacji narażonej na dane stężenie polutantów.

$$PAF = \frac{(\sum p (RR - 1))}{(\sum p (RR - 1)) + 1}$$

gdzie:

p – udział narażonej populacji do całej populacji,
 RR – ryzyko względne badanych chorób.

7.2. Metodyka oceny skutków zdrowotnych

Metodyka Burden of Disease (BoD) kojarzona z zanieczyszczeniem powietrza wykorzystuje metody opublikowane przez Health Metrics and Evaluation (IHME) oraz metody grup eksperckich z projektu Global Burden of Disease (GBD) [5]. Metodyka wykorzystuje dane dotyczące narażenia populacji żyjących w badanych regionach oraz znajomość relacji między dawką a efektem biologicznym polutantów. Wskaźnik Burden of Disease (obciążenie chorobami) wyraża wpływ ekspozycji polutantów powietrza na umieralność/zapadalność na daną chorobę. Za pomocą tej metody można ilościowo wyrazić rozmiar skutków zdrowotnych w następstwie zanieczyszczenia powietrza, którym można potencjalnie zapobiec w przypadku obniżenia ekspozycji. Burden of Disease jest obliczane jako iloczyn Population attributable fraction (PAF) i skutków zdrowotnych ekspozycji w postaci choroby lub zgonu.

Podstawowym warunkiem obliczenia skutków zdrowotnych jest uzyskanie danych demograficznych o strukturze populacji według wieku, płci i regionu, w którym żyje, uzyskanie danych zdrowotnych dotyczących umieralności/zapadalności na daną chorobę i danych o przewidywanej długości życia. W badaniu GBD (globalne obciążenie chorobami) jest wykorzystywana standardowa „idealna” długość życia dla

nień przy současné znalosti podílu exponované populace dané koncentraci polutantu.

$$PAF = \frac{(\sum p (RR - 1))}{(\sum p (RR - 1)) + 1}$$

kde:

p – podíl exponované populace k celku,
 RR – relativní rizika studovaných onemocnění.

7.2. Metodika hodnocení zdravotních dopadů

Metodyka Burden of Disease (BoD) asociována se znečištěním ovzduší využívá metod publikovaných Health Metrics and Evaluation (IHME) a expertních skupin projektu Global Burden of Disease [5]. Metodika využívá údajů o expozicích polutantům vnějšího ovzduší u populací žijících v zájmových regionech a znalostí vztahů mezi dávkou a biologickým účinkem polutantu. Ukazatel burden of disease vyjadřuje podíl vlivu expozice polutantu ovzduší na úmrtnost/nemocnost daného onemocnění. Touto metodou lze kvantitativně vyjádřit počet dopadů, které vznikají jako důsledek znečištění ovzduší a lze jim potenciálně předejít v případě snižování expozic. Burden of disease je vypočten jako součin Population attributable fraction (PAF) a dopadů vznikajících jako důsledek onemocnění či úmrtí.

Základním předpokladem výpočtu zdravotních dopadů je získání demografických údajů o rozložení populace specifikované dle věku, pohlaví a regionu, ve kterém obyvatelé žijí, dále získání zdravotnických dat o úmrtnostech/nemocnostech daného onemocnění a získání údajů o předpokládané délce života. Ve studii GBD je využívána standardní „ideální” délka života pro všechny podskupiny obyvatelstva bez ohledu na současnou délku života konkrétního člověka [6].

Zdravotní dopady jsou dle Světové zdravotnické organizace (WHO) prezentovány jako **roky života ztracené z důvodu předčasného úmrtí (YLL)** nebo **roky života strávené s disabilitou (YLD)**. Jejich součet pak vyjadřuje **roky života vážené disabilitou (Disability-Adjusted Life Years – DALY)**.

wszystkich podgrup ludności, bez względu na obecną długość życia konkretnego człowieka [6].

Wpływy zdrowotne według WHO są prezentowane jako **lata życia utracone z powodu przedwczesnej śmierci (YLL)** lub **lata życia przeżyte w niepełnosprawności (YLD)**. Ich suma wyraża **lata życia skorygowane niepełnosprawnością** (Disability-Adjusted Life Years – **DALY**).

7.2.1. Obliczenie skutków zdrowotnych (AB)

Wskaźnik Attributable burden (AB) wyraża udział wpływu zanieczyszczenia powietrza na umieralność/zapadalność na dane choroby. Można go obliczyć jako iloczyn PAF i skutku zdrowotnego (health outcome), który jest wyrażony jako umieralność, YLL, YLD lub DALY.

$$AB = PAF \times health\ outcome$$

gdzie:

health outcome – skutek zdrowotny wyrażony jako umieralność, YLL, YLD lub DALY,

PAF – frakcje przypisywane populacji.

7.2.2. Lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci i uszczerbku na zdrowiu (DALY)

Wskaźnik Disability-Adjusted Life Years (DALY) wyraża łącznie lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci (YLL) i lata życia przeżyte w stanie nieodpowiadającym optymalnemu zdrowiu (YLD), innymi słowy w stanie niepełnosprawności. DALY o wartości jeden jest uważany za jeden rok życia przeżyty w pełnym zdrowiu, który człowiek stracił wskutek choroby lub przedwczesnej śmierci z powodu danej choroby. Obliczenie jest dokonywane dla każdej grupy chorób (diagnóz), grupy wieku i płci. Przy obliczeniu można zastosować specyficzne dla wieku wagi i stopnie niepełnosprawności.

$$DALY = YLL + YLD$$

7.2.3. Lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci (YLL)

Wskaźnik YLL jest składnikiem DALY, wyrażającym lata utracone wskutek przedwczesnej śmierci na konkretną chorobę, ewentualnie można zastosować także w odniesieniu do całkowitej umieralności ze wszystkich przyczyn (w tym przypadku YLL jest już wskaźnikiem końcowym). Wskaźnik jest obliczany jako liczba zgonów (M) na specyficzną przyczynę w danej grupie wieku, płci i roku, pomnożona przez lata, których człowiek nie dożył z powodu przedwczesnej śmierci (tzw. loss function – LF). Najczę-

7.2.1. Výpočet zdravotních dopadů (AB)

Ukazatel Attributable burden (AB) vyjadřuje podíl vlivu znečištění ovzduší na úmrtnost/nemocnost na daná onemocnění. Lze jej vypočítat jako součin PAF a zdravotního následku (health outcome), který je vyjádřen jako úmrtnost, YLL, YLD nebo DALY.

$$AB = PAF \times health\ outcome$$

kde:

health outcome – zdravotní důsledek vyjádřen jako úmrtnost, YLL, YLD nebo DALY,

PAF – populační atributivní frakce.

7.2.2. Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím a životem v nemoci (DALY)

Ukazatel Disability-Adjusted Life Years (DALY) vyjadřuje souhrnně dobu života ztracenou kvůli předčasným úmrtím (YLL) a dobou života strávenou ve stavu neodpovídajícímu optimálnímu zdraví (YLD), jinými slovy stavu s disabilitou. Jedno DALY je považováno za jeden rok života strávený v plném zdraví, který člověk ztratil z důvodu nemoci či předčasného úmrtí na dané onemocnění. Výpočet je prováděn pro každou skupinu onemocnění (diagnóz), věkovou skupinu a pohlaví. Při výpočtu lze aplikovat věkově specifické váhy a stupně disability.

$$DALY = YLL + YLD$$

7.2.3. Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL)

Ukazatel YLL je komponentou DALY vyjadřující roky ztracené předčasným úmrtím na konkrétní onemocnění, popřípadě lze použít také pro celkovou mortalitu na všechny příčiny (v tomto případě je YLL již konečným ukazatelem). Ukazatel je vypočten jako počet úmrtí (M) na specifickou příčinu v dané věkové skupině, pohlaví a roce vynásoben roky, kterých se člověk nedožil z důvodu předčasného úmrtí (tzw. loss function – LF). Nejčastěji se jedná o rozdíl mezi nadějí na dožití v daném věku a skutečným věkem úmrtí, je tedy závislý na věku při úmrtí, datem narození a pohlaví.

$$YLL = M \times LF$$

7.2.4. Ztracené roky života strávené v nemoci (YLD)

Ukazatel YLD je komponentou DALY vyjadřující roky ztracené životem s disabilitou. Ukazatel je vypočten jako incidence (počet nových případů one-

ściej chodzi o różnicę między spodziewaną długością życia w danym wieku i rzeczywistym wiekiem, w jakim nastąpił zgon, jest zatem zależny od wieku w chwili śmierci, daty urodzenia i płci.

$$YLL = M \times LF$$

7.2.4. Utracone lata życia przeżyte w niepełnosprawności (YLD)

Wskaźnik YLD jest składnikiem DALY wyrażającym lata utracone wskutek życia w niepełnosprawności. Wskaźnik jest obliczony jako zapadalność (liczba nowych przypadków zachorowania) pomnożona przez stopień niepełnosprawności (*DW*), który ma wartość od 0 do 1 (dla pełnego zdrowia jest zastosowana waga = 0; dla pełnego ograniczenia zdrowia jest zastosowana waga < 1) i okres życia przeżyty w niepełnosprawności (*L*), kończący się wyleczeniem lub śmiercią na daną chorobę. Obliczenie jest dokonywane dla każdej grupy chorób (diagnoz), grupy wieku i płci.

$$YLD = I \times DW \times L$$

7.3. Opis danych wejściowych

7.3.1. Dane demograficzne

Przedmiotem badań była część obszaru czesko-polskiego pogranicza, konkretnie kraj morawsko-śląski oraz część kraju ołomunieckiego (powiat Jeseník) po stronie czeskiej i województwa opolskiego po stronie polskiej. W celu ilościowego wyrażenia skutków zdrowotnych niezbędne było uzyskanie danych o **liczbie mieszkańców**. Dane te zostały wyspecyfikowane według:

- a. **przedmiotowych powiatów czesko-polskiego pogranicza:** Frýdek-Místek, Nový Jičín, Karviná, Ostrava, Opava, Bruntál, Jeseník po stronie czeskiej oraz powiatów województwa opolskiego po polskiej;
- b. **struktury wieku:** < 1 rok, 1–4 lat, 5–9 lat, 10–14 lat, 15–19 lat, 20–24 lat, 25–29 lat, 30–34 lat, 35–39 lat, 40–44 lat, 45–49 lat, 50–54 lat, 55–59 lat, 60–64 lat, 65–69 lat, 70–74 lat, 75–79 lat, 80–84 lat, > 85 lat; i
- c. **płci.**

7.3.2. Dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza przez polutanty

Wybór polutantów powietrza do oceny, zobacz wyżej (rozdział 6). Zostały wybrane substancje zanieczyszczające, których działania są łączone z występowaniem chorób przewlekłych, rozwijających się

mocnění) vynásobená stupněm disability (*DW*), jehož hodnota nabývá hodnot od 0 do 1 (pro úplné zdraví je použita váha = 0; pro úplné omezení zdraví je použita váha < 1) a dobou života strávenou s disability (*L*), která je ukončena vyléčením či úmrtím na dané onemocnění. Výpočet je prováděn pro každou skupinu onemocnění (diagnoz), věkovou skupinu a pohlaví.

$$YLD = I \times DW \times L$$

7.3. Popis vstupních dat

7.3.1. Demografická data

Studovanou oblastí byla část česko-polského příhraničí, konkrétně Moravskoslezský kraj a část Olomouckého kraje (okres Jeseník) na straně české a Opolského vojvodství na straně polské. Za účelem kvantifikace zdravotních dopadů bylo nezbytné získat data o počtu obyvatel. Tato data byla specifikována dle:

- a. **zájmových okresů česko-polského příhraničí:** Frýdek-Místek, Nový Jičín, Karviná, Ostrava, Opava, Bruntál, Jeseník na straně české a okresy Opolského vojvodství na straně polské;
- b. **věkové struktury:** < 1 rok, 1–4 let, 5–9 let, 10–14 let, 15–19 let, 20–24 let, 25–29 let, 30–34 let, 35–39 let, 40–44 let, 45–49 let, 50–54 let, 55–59 let, 60–64 let, 65–69 let, 70–74 let, 75–79 let, 80–84 let, > 85 let; a
- c. **pohlaví.**

7.3.2. Data o znečištění ovzduší polutanty

Výběr polutantů ovzduší k hodnocení viz výše (Kapitola 6). Vybrány byly znečišťující látky, jejichž účinky jsou spojovány s výskytem chronických onemocnění vznikající jako důsledek **dlouhodobé expozice**. Za účelem porovnání dvou období, jejichž rozdíl představuje dlouhodobé expozice, byly stanoveny roky **2007, 2012 a 2017** jako studované období.

Vstupními daty o znečištění byly **průměrné roční koncentrace polutantů ovzduší** vyhodnocené formou matematického modelování a měřením imisního monitoringu. Data byla specifikována dle studovaných okresů. Mezi studované polutanty patří:

- a. PM₁₀,
- b. PM_{2,5},
- c. Oxid dusičitý,
- d. Benzo(a)pyren.

7.3.3. Data o zdravotním stavu studované populace

Data o zdravotním stavu byla vyjádřena jako všeobecná (na všechny příčiny) a specifická úmrtnost

jako następstwo **długotrwałej ekspozycji**. W celu porównania dwóch okresów, których różnica wyraża długotrwałą ekspozycję, zostały wybrane do analizy lata **2007, 2012 i 2017**.

Danymi wejściowymi o zanieczyszczeniu były **średnie roczne stężenia polutantów powietrza**, oceniane w formie modelowania matematycznego i pomiarów monitoringu imisji. Dane zostały uporządkowane według analizowanych powiatów. Do badanych polutantów należą:

- a. PM_{10} ,
- b. $PM_{2,5}$,
- c. dwutlenek azotu,
- d. benzo(a)piren.

7.3.3. Dane dotyczące stanu zdrowia analizowanej populacji

Dane dotyczące stanu zdrowia były wyrażone jako ogólna (w odniesieniu do wszystkich przyczyn) i specyficzna umieralność oraz jako zapadalność (liczba nowo zaistniałych przypadków chorób) i chorobowość (liczba wszystkich przypadków chorób) na wybrane choroby, które zgodnie z ustaleniami Światowej Organizacji Zdrowia są związane z długotrwałą ekspozycją na zanieczyszczone powietrze (zob. ryzyko względne opisane w tabeli 7.1). Oprócz tych wskaźników określana była także średnia długość trwania choroby od postawienia diagnozy do wyleczenia/zgonu pacjenta.

7.4. Wyniki i dyskusja

Wyniki oceny ryzyka zdrowotnego w projekcie Healthair zostały uzyskane za pomocą metodyki opisanej powyżej. Ogólnie można powiedzieć, że aktualne dane naukowe, uzyskane w poprzednich badaniach epidemiologicznych, zostały wykorzystane do oceny ryzyka zachorowania na raka, ryzyka przedwczesnej śmierci (umieralności) i ryzyka zachorowania (zapadalności) na przedmiotowym obszarze Polski (PL) i Republiki Czeskiej (CZ), przy jednoczesnym wykorzystaniu danych o zanieczyszczeniu powietrza. Oceniane było tylko długotrwałe ryzyko zdrowotne, tzn. ryzyko wynikające z długotrwałych wpływów zanieczyszczonego powietrza, przejawiające się rozwojem chorób przewlekłych albo długotrwałe powtarzających się lub przewlekłych krótkotrwałych chorób i wynikających z nich przedwczesnych zgonów. Ocena ryzyka zdrowotnego jest dokonywana dla ograniczonego (dostępnego) zakresu substancji szkodliwych. Szacowane ryzyko wynikające z narażenia na pył zawieszony może być nawet wyższe ze względu na lokalny stosunek frakcji wdychalnej do

a jako incidence (počet nově vzniklých případů onemocnění) a prevalence (počet všech případů onemocnění) na vybraná onemocnění, která jsou dle výsledků Světové zdravotnické organizace spojována s dlouhodobými expozicemi znečištěnému ovzduší (viz relativní rizika popsána v Tabulce 7.1). Kromě těchto ukazatelů byla zjišťována také průměrná délka trvání onemocnění od stanovení diagnózy do vyléčení/úmrťi pacienta.

7.4. Výsledky a diskuse

Výsledky hodnocení zdravotních rizik v projektu HealthAir byly získány pomocí metodiky uvedené výše. Obecně lze říci, že současné vědecké poznatky, které jsou známy z předchozích epidemiologických studií, byly využity k hodnocení karcinogenních rizik, rizik předčasného úmrťi (mortality) a rizik nemocnosti (morbidity) v zájmovém území Polska (dále PL) a České republiky (dále CZ) za současného využití dat o znečištění ovzduší. Byla hodnocena pouze dlouhodobá zdravotní rizika, tzn. rizika vyplývající s dlouhodobých účinků znečištěného ovzduší, projevující se rozvojem chronických onemocnění nebo dlouhodobě se opakujících či vleklých krátkodobých onemocnění a z nich vyplývajících předčasných úmrťi. Hodnocení zdravotních rizik je provedeno pro omezený (dostupný) rozsah škodlivin. Odhadovaná rizika vyplývající z expozic poléťavému prachu mohou být i vyšší vzhledem k lokálnímu poměru respirabilní frakce ku inhalabilní frakci, kdy podíl $PM_{2,5}$ v PM_{10} může místy dosahovat až 80 %. Taktéž odhady karcinogenních celoživotních rizik (LICR) mohou být mírně podhodnoceny, jelikož vycházejí z ročních koncentrací za sledované období projektu, kdežto v minulosti tyto koncentrace mohly být vyšší (výpočty celoživotních karcinogenních rizik obecně platí, pokud jsou koncentrace během celého života obyvatel neměnné).

7.4.1. Výsledky karcinogenních rizik

K odhadu pravděpodobnosti vzniku nových případů zhoubných onemocnění v zájmové populaci nad normální výskyt v populaci z důvodu obsahu polycyklických aromatických uhlovodíků (zastoupených hodnocenou látkou benzo(a)pyren) ve znečištěném ovzduší, byl použit parametr, který je v odborné literatuře označován jako celoživotní individuální karcinogenní riziko (LICR). LICR udává podíl očekávaných nových případů rakoviny (především plic, průdušnice a průdušek) k celkovému počtu obyvatel v zájmovém území (viz metodika). Průměrné výsledky hodnocení karcinogenních rizik za sledované ob-

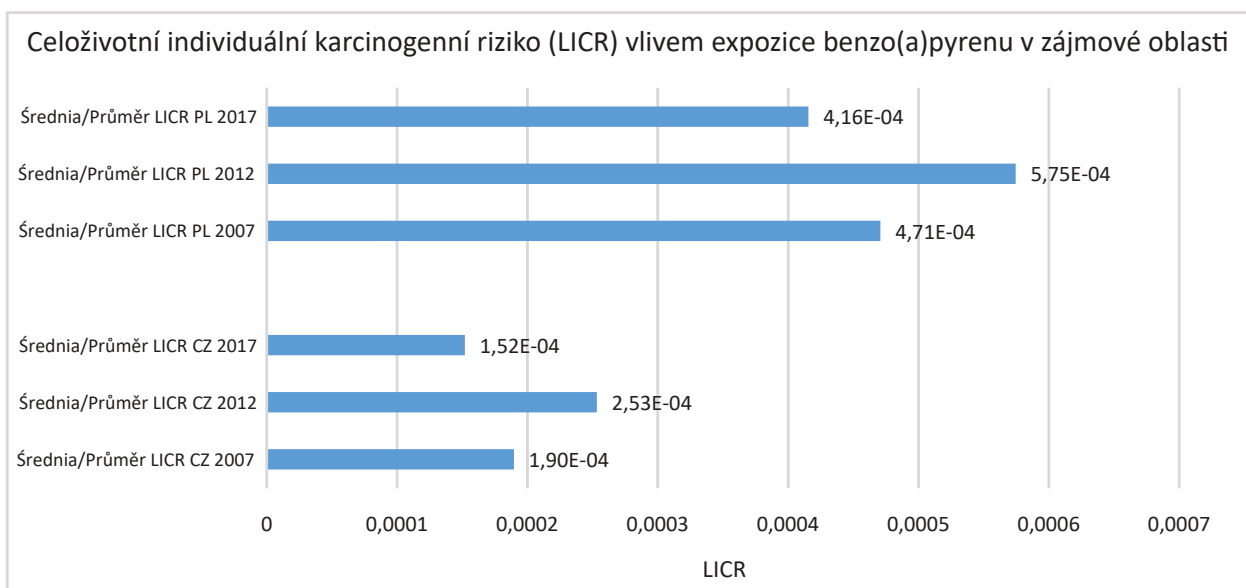
frakcji wziewnej, gdzie udział $PM_{2,5}$ w PM_{10} może miejscowo osiągać nawet 80%. Ponadto szacunek indywidualnego ryzyka zachorowania na raka (LICR) może być stosunkowo niedoszacowany, ponieważ opiera się na rocznych stężeniach w okresie trwania projektu, podczas gdy w przeszłości stężenia te mogły być wyższe (obliczenia indywidualnego ryzyka zachorowania na raka w ciągu całego życia obowiązują, jeśli stężenia te są niezmiennie w ciągu całego życia jednostki).

7.4.1. Wyniki dotyczące ryzyka zdrowotnego ze strony czynników rakotwórczych

Do oszacowania prawdopodobieństwa wystąpienia nowych przypadków nowotworów złośliwych w przedmiotowej populacji ponad ich zwykle występowanie w populacji, z powodu zawartości w zanieczyszczonym powietrzu węglowodorów aromatycznych (które reprezentuje oceniana substancja benzo(a)-piren), zastosowano parametr, który w literaturze

dobí pro celou zájmovou oblast společně, jsou uvedeny v Graf 7.1.

Je zřejmé, že uvedená LICR v rozmezí $1,5-5,7 \times 10^{-4}$, jsou všeobecně nepřijatelná. Na základě těchto výsledků je možno očekávat, že na každých 10 000 osob ze zájmové oblasti připadá několik nových případů rakoviny z důvodu znečištěného ovzduší, na české straně jsou to zhruba 2 nové případy a na polské straně 5 nových případů rakoviny na 10 000 osob. V ideálním případě velmi čistého ovzduší by mohl být očekáván pouze jeden nebo několik případů na každý milión obyvatel. Jednoduchým srovnáním LICR v zájmovém území PL a CZ (viz Tabulka 7.2) lze zjistit, že karcinogenní rizika jsou 2–3 násobně vyšší v zájmovém území PL než v CZ. V tabulce jsou uvedeny také absolutní počty potenciálních případů rakoviny (LPCR), které vznikají v zájmových oblastech v důsledku expozice karcinogennímu benzo(a)pyrenu v ovzduší. Podrobnější výsledky hodnocení karcinogenních rizik je možno nalézt v souhrnných mapách (viz Příloha č. 1, 2 a 3), které uvádějí očekávané počty nových případů



Wykres 7.1. Całozyciowe indywidualne ryzyko zachorowania na raka (LICR) na przedmiotowych obszarach

Graf 7.1. Celoživotní individuální karcinogenní rizika (LICR) v zájmových oblastech

Tabela 7.2. Średnie całozyciowe indywidualne i populacyjne ryzyko zachorowania na raka w całym badanym okresie

Tabulka 7.2. Průměrná celoživotní individuální a populační karcinogenní rizika za celé zkoumané období

Ryzyko zachorowania na raka/ /Karcinogenní rizika raka	Przedmiotowy obszar CZ/ /Zájmová oblast CZ	Przedmiotowy obszar PL/ /Zájmová oblast PL
LICR	$1,98 \times 10^{-4}$	$4,87 \times 10^{-4}$
LPCR	305	500

fachowej jest oznaczany jako całożyciowe indywidualne ryzyko zachorowania na raka (LICR). LICR podaje udział spodziewanych nowych przypadków raka (przede wszystkim płuc, tchawicy i oskrzeli) w całkowitej liczbie mieszkańców przedmiotowego obszaru (zob. metodyka). Średnie wyniki oceny ryzyka zachorowania na raka w analizowanym okresie, łącznie dla całego przedmiotowego obszaru, są podane na wykresie 7.1.

Widać, że podane LICR w zakresie $1,5-5,7 \times 10^{-4}$ są ogólnie nieakceptowalne. Na podstawie tych wyników można oczekiwać, że na każde 10 000 osób z przedmiotowego obszaru przypada kilka nowych przypadków raka z powodu zanieczyszczonego powietrza, po stronie czeskiej są to mniej więcej 2 nowe przypadki, a po polskiej 5 nowych przypadków raka. W idealnej sytuacji bardzo czystego powietrza można byłoby się spodziewać tylko jednego lub kilku przypadków na każdy milion mieszkańców. Dzięki prostemu porównaniu LICR na przedmiotowym obszarze PL i CZ (zob. tabela 7.2) można stwierdzić, że ryzyko zachorowania na raka jest 2–3 razy wyższe na przedmiotowym obszarze PL niż w CZ. W tabeli są przedstawione także liczby bezwzględne potencjalnych przypadków raka (LPCR), które występują na przedmiotowych obszarach wskutek narażenia na rakotwórczy benzo(a)piren w powietrzu. Szczegółowe wyniki oceny ryzyka zachorowania na raka można znaleźć na zbiorczych mapach (zob. załączniki nr 1, 2 i 3), które przedstawiają spodziewane liczby nowych przypadków raka (LPCR) w każdym powiecie przedmiotowego obszaru, oszacowane na podstawie danych z dziesięciu lat. W Czechach, tak samo jak w kraju morawsko-śląskim, wystąpi według statystyk średnio 6,4 nowych przypadków raka płuc, tchawicy i oskrzeli na 10 000 osób. Z porównania prognozy (2 przypadki na 10 000 osób) i liczby przypadków, jakie rzeczywiście wystąpiły (6 przypadków na 10 000 osób) wynikałoby, że zanieczyszczone powietrze jest przyczyną około jednej trzeciej wszystkich przypadków raka płuc. Twierdzenie to wydaje się jednak przesadzone, powodem jest to, że stosowana metodyka szacowania ryzyka zachorowania na raka pod wpływem zanieczyszczonego powietrza jest bardzo ostrożna.

7.4.2. Wyniki dotyczące ryzyka przedwczesnej śmierci i zapadalności

Ryzyko przedwczesnej śmierci i zapadalności zostało wyrażone jako stopień prawdopodobieństwa podający, ile razy wyższej liczby przedwczesnych zgonów, ewentualnie większego występowania zachorowań, można oczekiwać w populacji na przedmiotowym obszarze w porównaniu z populacją, która żyje na obsza-

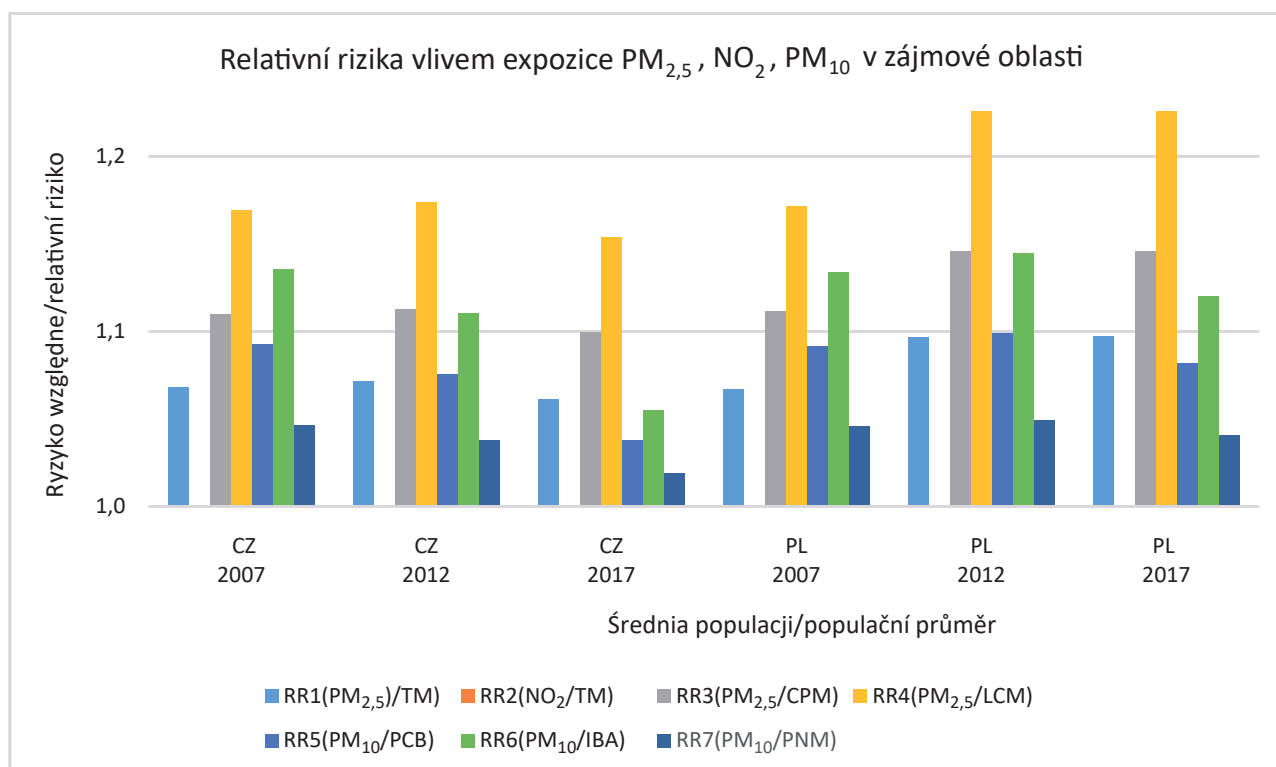
rakowiny (LPCR) v každém okrese zájmového území, odhadované z dat v desetiletém rozmezí. V Česku, stejně tak jako v Moravskoslezském kraji, vznikne podle statistik průměrně 6,4 nových případů rakoviny plic, průdušnice a průdušek na 10 000 osob. Z porovnání odhadu (2 případy na 10 000 osob) a skutečně vzniklých případů rakoviny (6 případů na 10 000 osob) by vyplývalo, že znečištění ovzduší je zodpovědné přibližně za třetinu všech případů rakoviny plic. Toto tvrzení se ale jeví jako přehnané, důvodem je to, že používaná metodika odhadu karcinogenních rizik vlivem znečištěného ovzduší je velmi opatrná.

7.4.2. Výsledky rizik předčasného úmrtí a nemocnosti

Rizika předčasného úmrtí a nemocnosti byla vyjádřena jako míra pravděpodobnosti, udávající kolikrát lze očekávat vyšší počet předčasných úmrtí, popř. vyšší výskyt nemocnosti, u populace v zájmovém území, než u populace, která žije na území s ovzduším, jehož znečištění nepředstavuje zvýšená zdravotní rizika. Takový kvantitativní popis zdravotního rizika se nazývá relativní riziko (dále RR). Pokud RR nabývá hodnot > 1 , pak je riziko vyšší u zájmové populace o $(RR-1) \times 100$ procent, než u populace žijící v čistém prostředí. Všechna tato rizika byla hodnocena v návaznosti na znečištění ovzduší poléťavým prachem a oxidem dusičitým. V protikladu s významnými riziky expozic poléťavému prachu, znečištění ovzduší oxidem dusičitým nevykazovalo v hodnocených ukazatelích žádné zvýšení zdravotních rizik.

Průměrné hodnoty RR pro předčasnou úmrtnost a nemocnost v celém sledovaném období 2007–2017 pro celou zájmovou oblast společně, jsou uvedeny v Graf 7.2 a Tabulka 7.3. Jsou zde uvedena RR pro předčasnou úmrtnost ze všech příčin (TM = total mortality), dále pro specifickou úmrtnost na onemocnění srdce a dýchacího ústrojí (CPM = cardiopulmonal mortality) a rakovinu plic, průdušnice a průdušek (LCM = lung cancer mortality) a rovněž RR pro zánětlivá onemocnění průdušek zvláště u dětí (PBC = prevalence bronchitis children) a dospělých (IBA = incidence bronchitis adults).

Nejvyšší rizika byla identifikována u předčasné úmrtnosti na všechny příčiny (TM), úmrtnosti na rakovinu plic (LCM), úmrtnosti na srdeční a plicní onemocnění (CPM) a zvýšené nemocnosti na dlouhotrvající (vleklé či opakující se) záněty průdušek u dospělých (IBA). Tato rizika jsou vyšší o více než 10 % v porovnání s populací žijící v čistých lokalitách, současně v zájmovém území PL jsou rizika o něco vyšší než v CZ. Zvýšení RR předčasného úmrtí na rakovinu plic dosahují dokonce cca 20 %. Ostatní dlouhodobá



Legenda:

- TM – total mortality (general mortality of all causes) – całkowita umieralność (ze wszystkich przyczyn)/celková úmrtnost (na všechny příčiny)
- CPM – cardiopulmonary mortality (mortality of COPD, IHD, STR) – umieralność z przyczyn sercowo-oddechowych/ /kardiopulmonární úmrtnost
- LCM – lung cancer mortality (mortality od trachea, bronchus and lung cancer) – umieralność na raka płuc/úmrtnost na rakovinu plic
- PBC – prevalence of bronchitis in children – chorobowość z powodu zapalenia oskrzeli u dzieci/prevalence bronchitidy u dětí
- IBA – incidence of chronic bronchitis in adults – zapadalność na przewlekłe zapalenie oskrzeli u dorosłych/incidence chronické bronchitidy u dospělých
- PNM – postneonatal mortality – umieralność postneonatalna/postneonatální úmrtnost

Wykres 7.2. Ryzyko względne związane z ekspozycją na PM_{2,5}, NO₂ i PM₁₀ na przedmiotowym obszarze

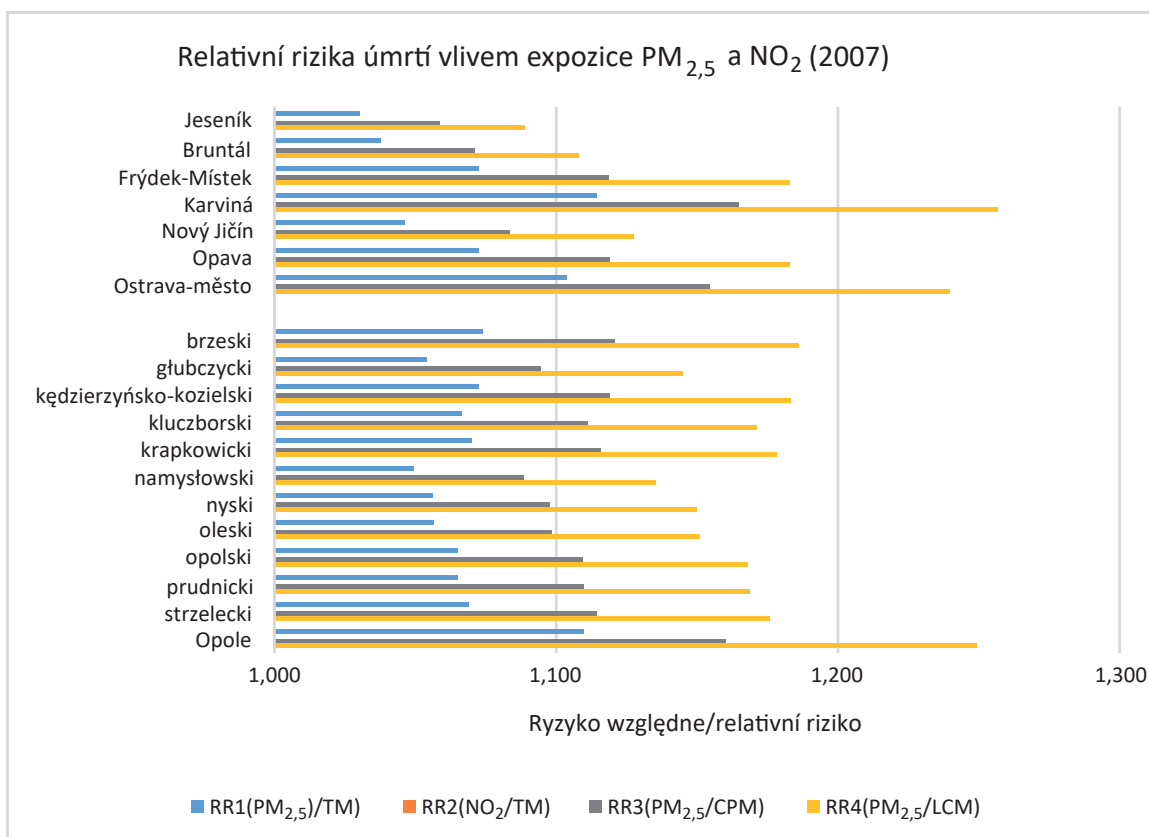
Graf 7.2. Relativní rizika spojená s expozicí PM_{2,5}, NO₂ a PM₁₀ v zájmové oblasti

Tabela 7.3. Ryzyko względne w całym analizowanym okresie

Tabulka 7.3. Relativní rizika za celé sledované období

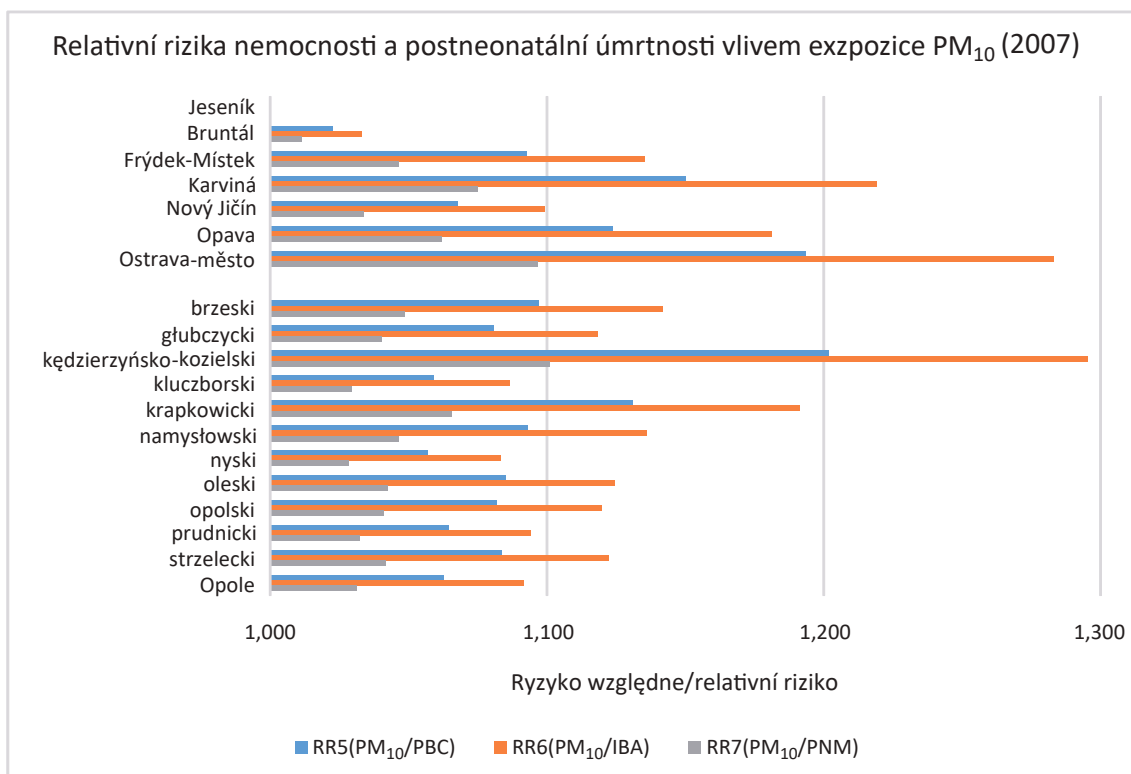
Polutanty/diagnoza	Ryzyko względne/Relativní riziko – przedmiotowy obszar CZ/zájmová oblast CZ	Ryzyko względne/Relativní riziko – przedmiotowy obszar PL/zájmová oblast PL
PM _{2,5} /TM	1,067	1,087
NO ₂ /TM	1,000	1,000
PM _{2,5} /CPM	1,108	1,134
PM _{2,5} /LCM	1,166	1,208
PM ₁₀ /PBC	1,069	1,091
PM ₁₀ /IBA	1,101	1,133
PM ₁₀ /PNM	1,034	1,045

Legenda: Zob. wykres 7.2 / viz Graf 7.2.



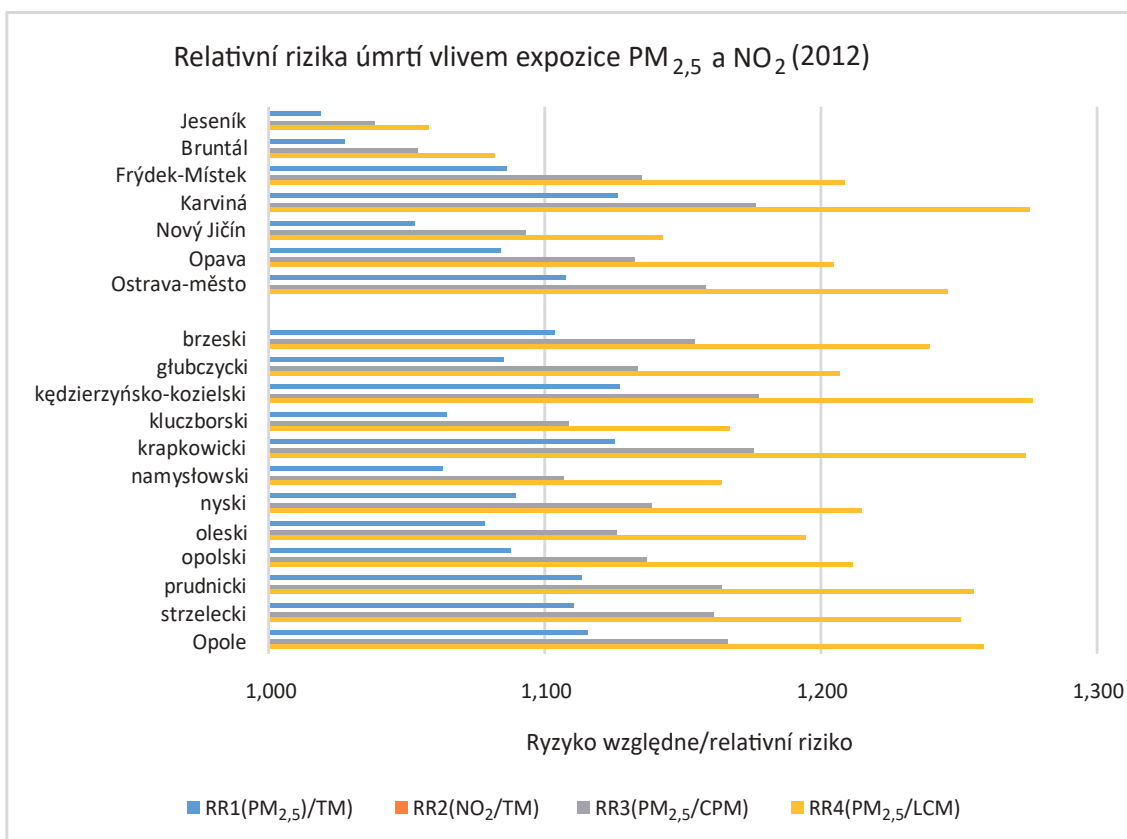
Wykres 7.3. Ryzyko względne dotyczące śmierci pod wpływem ekspozycji na PM_{2,5} i NO₂ – 2007 rok

Graf 7.3. Relativní rizika úmrtí vlivem expozice PM_{2,5} a NO₂ pro rok 2007



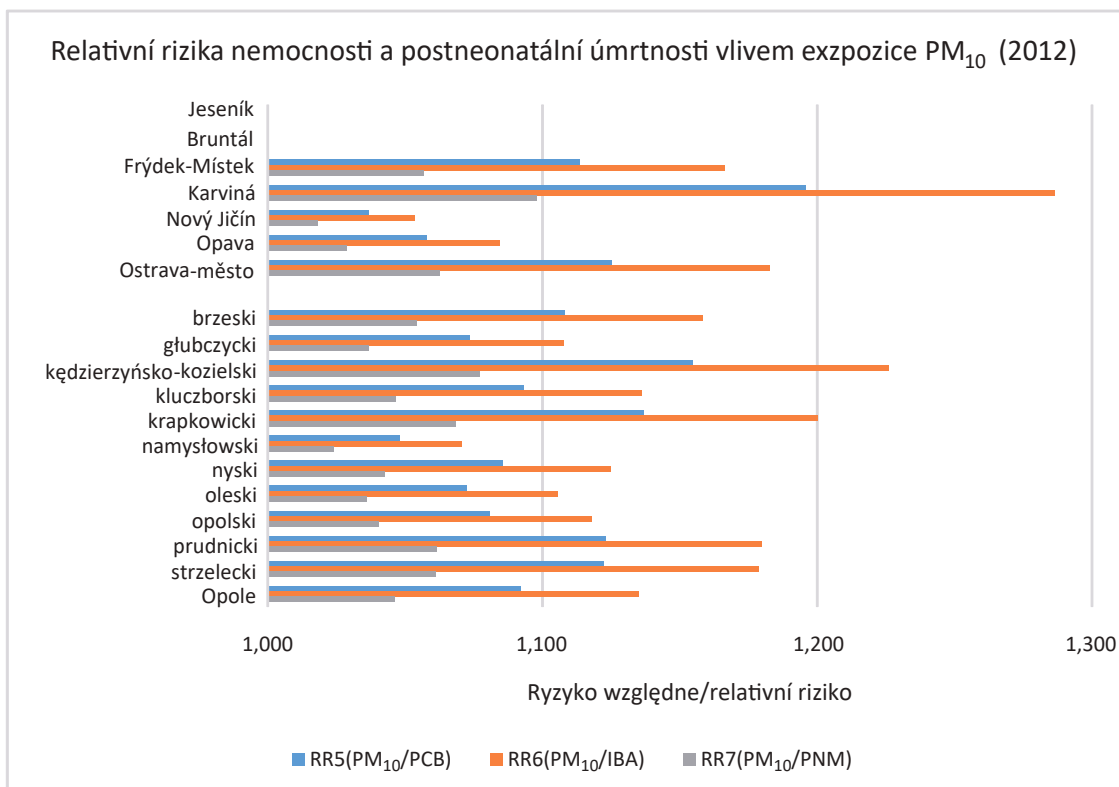
Wykres 7.4. Ryzyko względne dotyczące zapadalności i postnatalnej śmiertelności pod wpływem ekspozycji na PM₁₀ – 2007 rok

Graf 7.4. Relativní rizika nemocnosti a postneonatalní úmrtnosti vlivem expozice PM₁₀ pro rok 2007



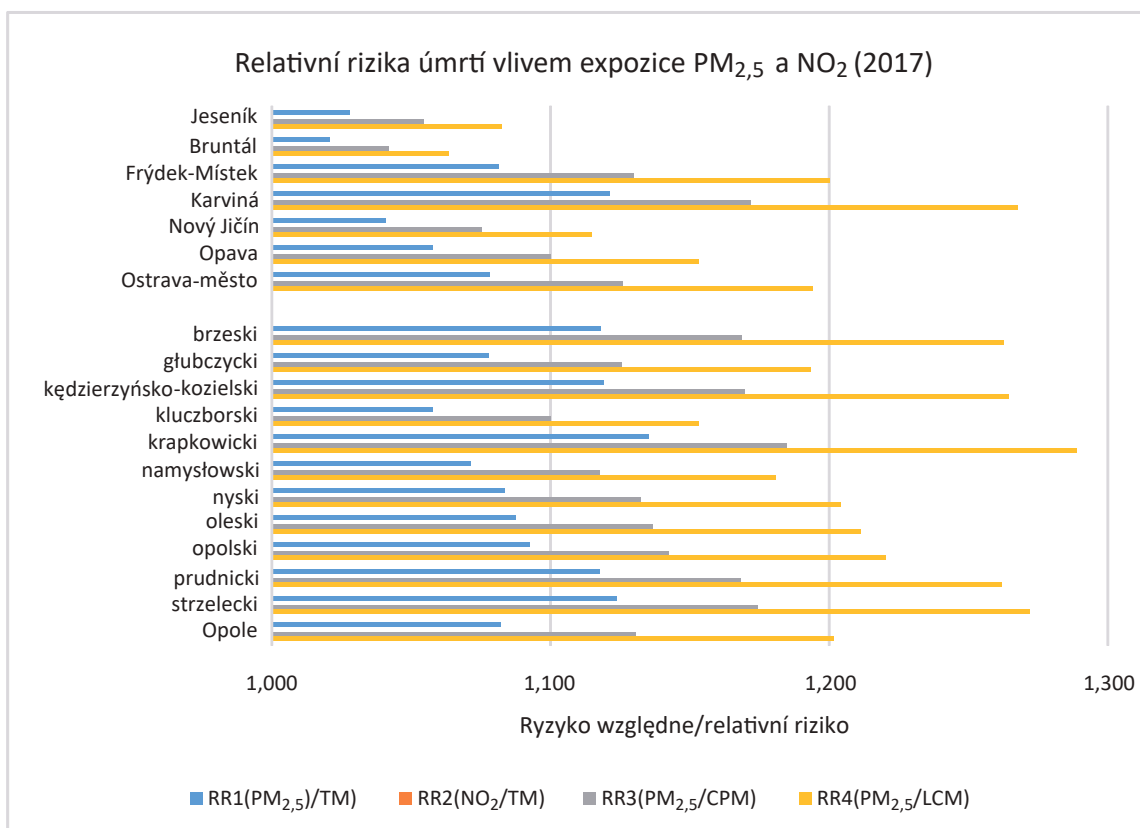
Wykres 7.5. Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci pod wpływem ekspozycji na PM_{2,5} i NO₂ – 2012 rok

Graf 7.5. Relativní rizika předčasného úmrtí vlivem expozice PM_{2,5} a NO₂ pro rok 2012



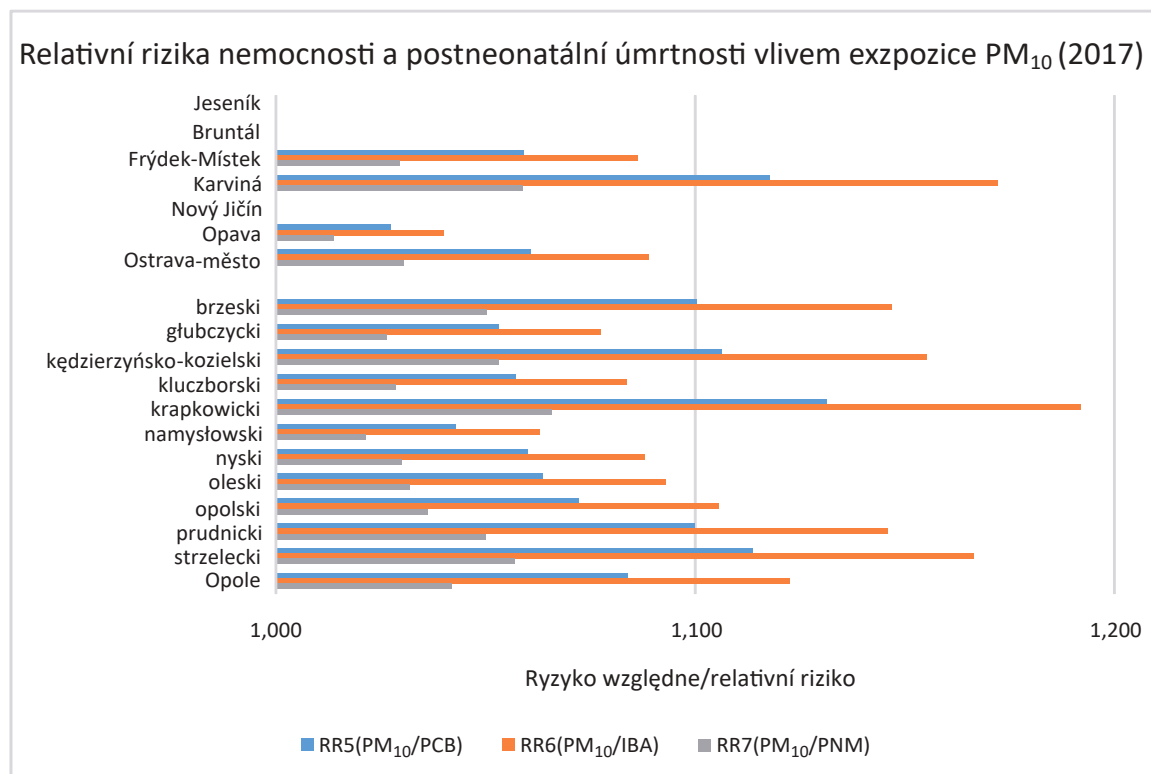
Wykres 7.6. Ryzyko względne dotyczące zapadalności i postnatalnej śmiertelności pod wpływem ekspozycji na PM₁₀ – 2012 rok

Graf 7.6. Relativní rizika nemocnosti a postneonatalní úmrtnosti vlivem expozice PM₁₀ pro rok 2012



Wykres 7.7. Ryzyko względne dotyczące przedczesnej śmierci pod wpływem ekspozycji na PM_{2,5} i NO₂ – 2017 rok

Graf 7.7. Relativní rizika předčasného úmrtí vlivem expozice PM_{2,5} a NO₂ pro rok 2017



Wykres 7.8. Ryzyko względne dotyczące zapadalności i postnatalnej śmiertelności pod wpływem ekspozycji na PM₁₀ – 2017 rok

Graf 7.8. Relativní rizika nemocnosti a postneonatální úmrtnosti vlivem expozice PM₁₀ pro rok 2017

rze, na którym zanieczyszczenie powietrza nie stanowi większego ryzyka zdrowotnego. Taki ilościowy opis ryzyka zdrowotnego nazywa się ryzykiem względnym (RR). Jeśli RR uzyskuje wartość > 1 , ryzyko w analizowanej populacji jest wyższe o $(RR-1) \times 100$ procent niż w populacji żyjącej w czystym środowisku. Całe to ryzyko zostało ocenione w powiązaniu z zanieczyszczeniem powietrza przez pył zawieszony i dwutlenek azotu. W przeciwieństwie do znaczącego ryzyka ekspozycji na pył zawieszony, zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem azotu nie wykazywało, w zakresie ocenianych wskaźników, żadnego zwiększenia ryzyka zdrowotnego.

Średnie wartości RR dotyczące przedwczesnej śmiertelności i zapadalności w całym analizowanym okresie 2007–2017, łącznie dla całego przedmiotowego obszaru, są podane na wykresie 7.2 i w tabeli 7.3. Jest tu podane RR w zakresie przedwczesnej śmiertelności zarówno ze wszystkich przyczyn (TM = total mortality), jak i specyficznej umieralności na choroby serca i układu oddechowego (CPM = cardiopulmonal mortality) oraz raka płuc, tchawicy i oskrzeli (LCM = lung cancer mortality), a również RR w zakresie chorób zapalnych oskrzeli u dzieci (PBC = prevalence bronchitis children) i dorosłych (IBA = incidence bronchitis adults).

Największe ryzyko zostało zidentyfikowane w przypadku przedwczesnej umieralności ze wszystkich przyczyn (TM), umieralności na raka płuc (LCM), umieralności na choroby serca i płuc (CPM) oraz

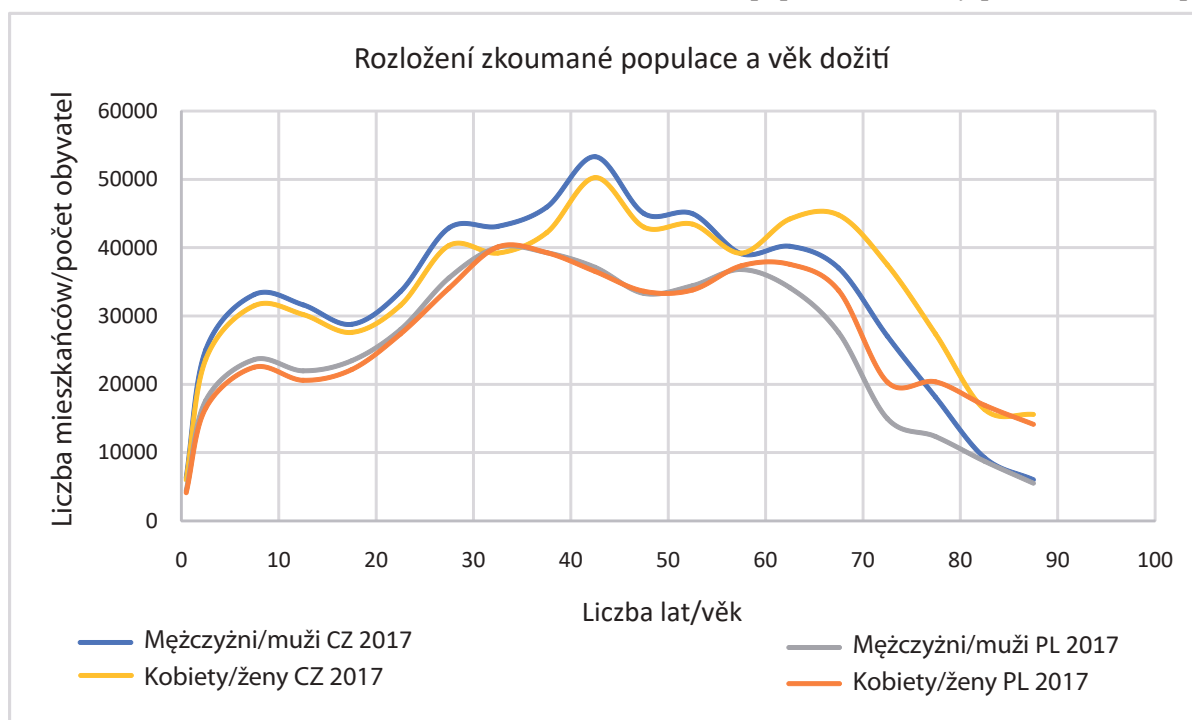
zdravotní rizika, tj. RR pro děti, týkající se kojenecké úmrtnosti (PBM = postnatal birth mortality) a opakujících se zánětů průdušek (PBC) jsou nižší, zvýšení RR je do 10 %.

Podrobnější výsledky hodnocení rizik předčasného úmrtí a nemocnosti je možno nalézt v Graf 7.3, Graf 7.4, Graf 7.5, Graf 7.6, Graf 7.7 a Graf 7.8, které uvádějí RR předčasného úmrtí a nemocnosti v každém okrese zájmového území, odhadnuté v deseti-letém odstupu. Podrobnější výsledky relativních rizik je možno nalézt v souhrnných mapách (viz Přílohy č. 4–24).

7.4.3. Výsledky zdravotních dopadů na obyvatelstvo

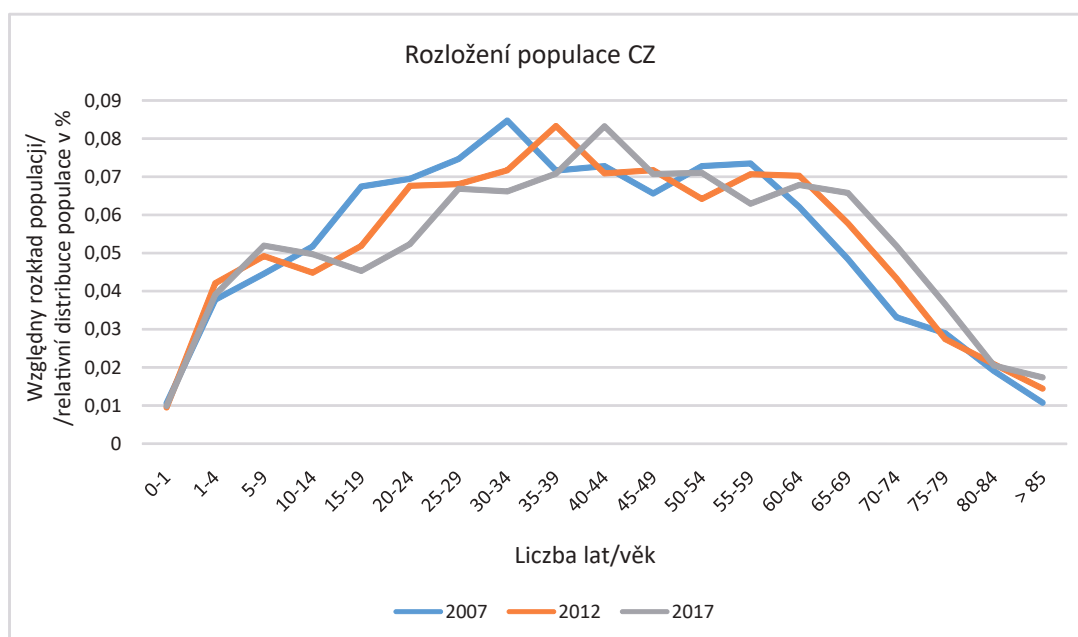
Metodika odhadu vlivů na zdraví populace z důvodu expozice znečištěnému ovzduší je rovněž popsána výše. Kromě současných vědeckých poznatků byly použity demografické údaje, data o úmrtnosti a data o zdravotním stavu populace. Pomocí nich byla provedena kvantifikace (kalkulace) parametru AB (attributable burden) popisující počet ztracených let obyvatel hodnoceného území z důvodu expozice znečištěnému ovzduší. Tyto roky života obyvatel zájmového území ztrácejí předčasným úmrtím (označeno jako YLL), životem v nemoci (YLD) nebo oběma dohromady (DALY).

Nejprve je nutno upozornit na to, že výsledky takového hodnocení souvisejí s věkovým rozložením sledované populace. Celkový počet sledované popu-



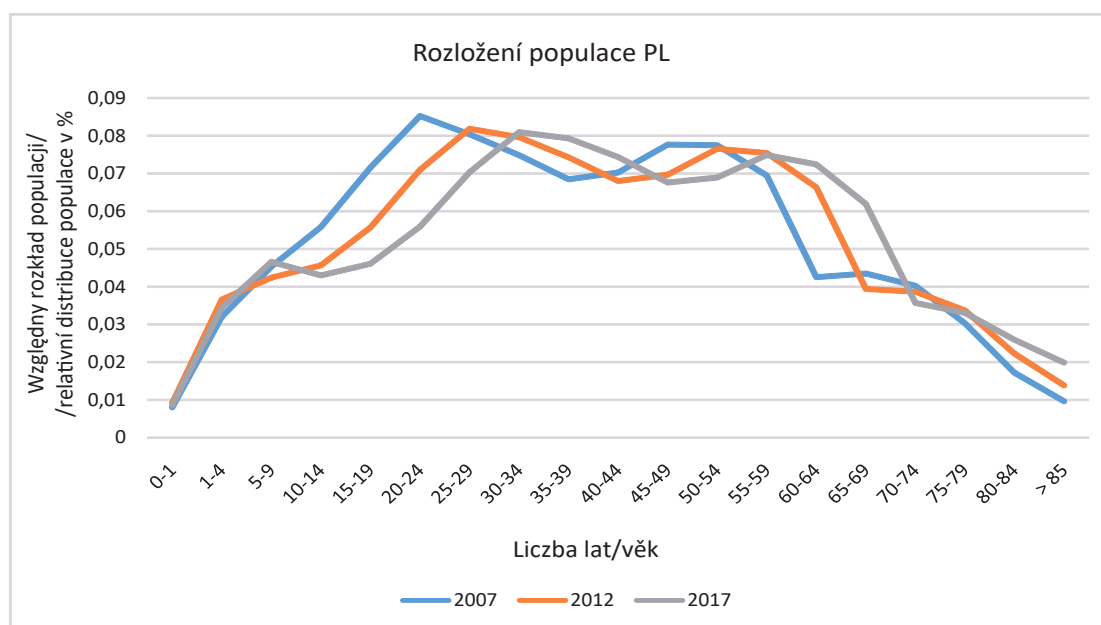
Wykres 7.9. Struktura badanej populacji i spodziewana długość życia

Graf 7.9. Rozložení zkoumané populace a věk dožití



Wykres 7.10. Struktura populacji według wieku w CZ

Graf 7.10. Rozložení populace podle věku CZ



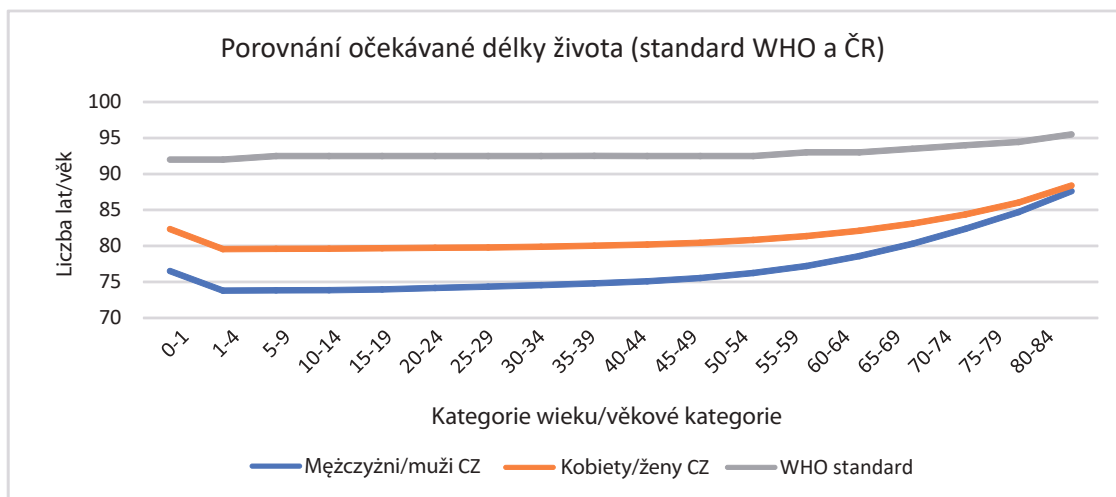
Wykres 7.11. Struktura populacji według wieku w PL

Graf 7.11. Rozložení populace podle věku PL

zwiększonej zapadalności na długotrwałe (przewlekłe lub powtarzające się) zapalenia oskrzeli u dorosłych (IBA). Ryzyko to jest wyższe o ponad 10% w porównaniu z populacją w czystych lokalizacjach, na przedmiotowym obszarze PL nieco wyższe niż w CZ. Zwiększenie RR przedwczesnej śmierci na raka płuc osiąga nawet ok. 20%. Pozostałe długotrwałe ryzyko zdrowotne, tzn. RR dla dzieci, dotyczące śmiertelności niemowląt (PBM = postnatal birth mortality) i po-

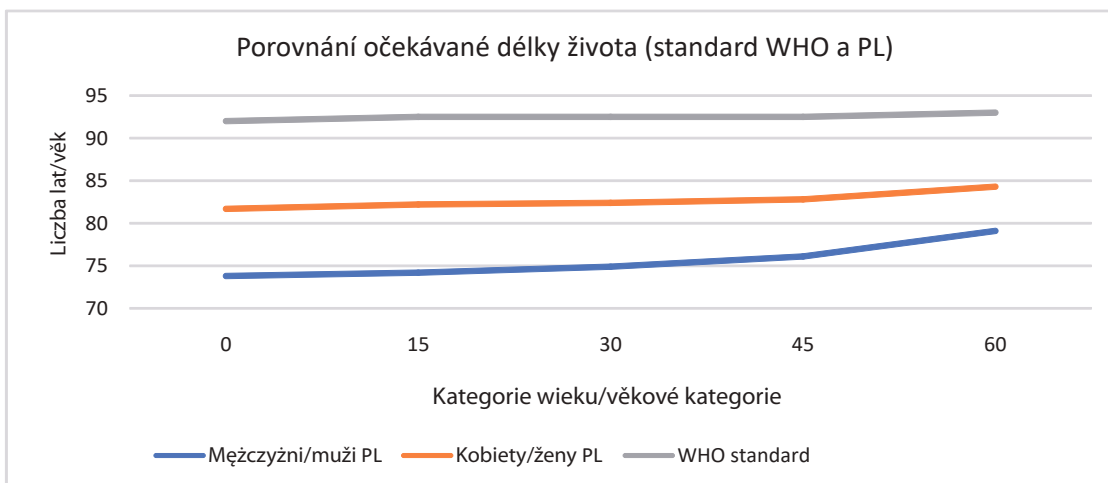
lace w ząjmovém území v roce 2017 byl v PL 996 008 osob, v CZ 1 251 804 osob.

Z Graf 7.9, Graf 7.10 a Graf 7.11 lze pozorovat, jak se ve věkovém rozložení populace ve sledovaném období 2007–2017 prohlubuje deficit mladé generace a rostou počty starších osob. Netřeba zdůrazňovat, že starší generace je obecně náchylnější na onemocnění než mladší a střední generace a rovněž se u ní výrazněji uplatní efekt předčasného úmrtí.



Wykres 7.12. Porównanie oczekiwanej dalszej długości życia wyrażonej jako założenie WHO na 2050 rok i założenie w CZ w 2017 roku

Graf 7.12. Porównání očekávané délky života vyjádřenou jako předpoklad WHO pro rok 2050 a předpoklad ČR v roce 2017



Wykres 7.13. Porównanie oczekiwanej dalszej długości życia wyrażonej jako założenie WHO na 2050 rok i założenie w PL

Graf 7.13. Porównání očekávané délky života vyjádřenou jako předpoklad WHO pro rok 2050 a předpoklad PL

wtarzających się stanów zapalnych oskrzeli (PBC) jest niższe, RR wzrasta do 10%.

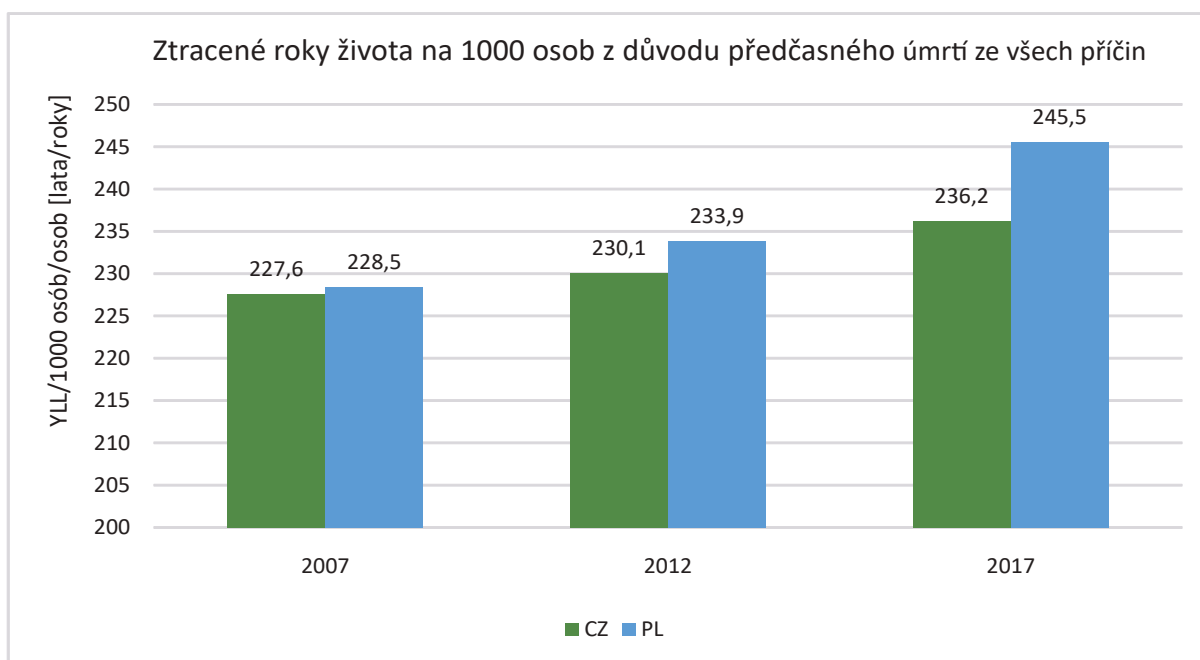
Bardziej szczegółowe wyniki oceny ryzyka przedwczesnej śmierci i zachorowania można znaleźć na wykresach 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7 i 7.8, które przedstawiają RR przedwczesnej śmierci i zapadalności w każdym powiecie przedmiotowego obszaru, oszacowane w dziesięcioletnim odstępnie. Bardziej szczegółowe wyniki dotyczące ryzyka względnego można znaleźć na mapach zbiorczych (zob. załączniki nr 4–24).

7.4.3. Wyniki dotyczące wpływu na zdrowie ludności

Metodyka szacowania wpływów na zdrowie populacji wskutek ekspozycji na zanieczyszczone powie-

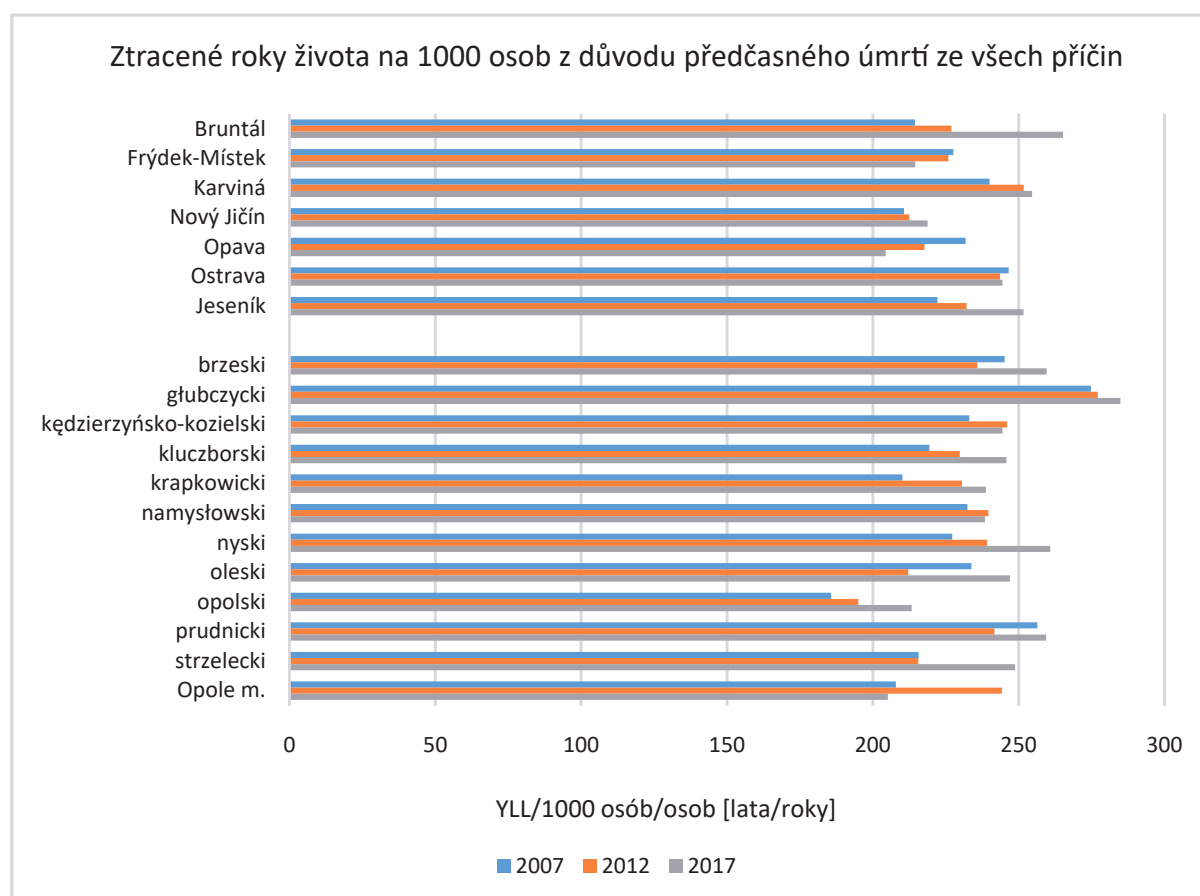
K wyhodnocení počtu let ztracených předčasným úmrtím bylo použito parametru SEYLL, tj. standardních očekávaných ztracených roků života (Standard expected years of life lost – viz metodika) publikovaný Světovou zdravotnickou organizací. SEYLL s přičteným věkem vlastně udává očekávaný věk dožití za ideálních podmínek (které byly predikovány do roku 2050) pro všechny věkové kategorie (od 0 až do 105 let). Hodnoty očekávaného věku dožití (SEYLL + věk) společně s očekávaným věkem dožití predikovaným z demografických dat z roku 2017 pro zájmové oblasti CZ a PL je možné najít v Graf 7.12 Graf 7.13.

Ztracené roky života vlivem předčasného úmrtí z jakýchkoliv příčin, vyjádřené jako průměrný počet ztracených roků na každých 1000 osob (vyhodnoceno



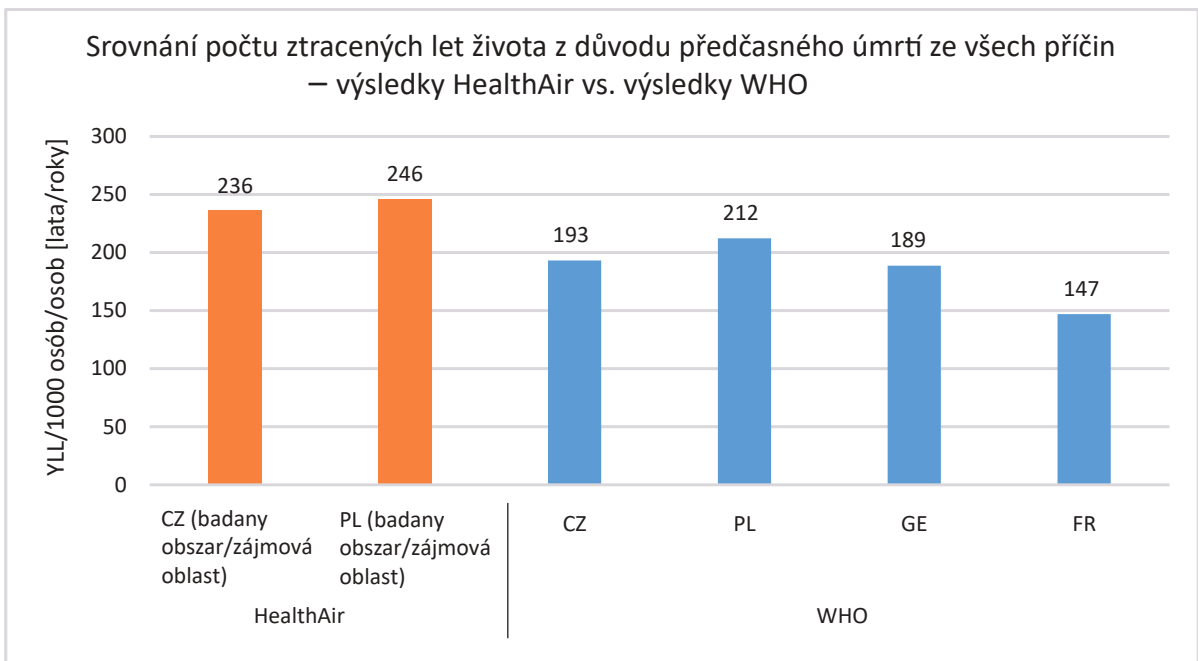
Wykres 7.14. Lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci na 1000 mieszkańców ze wszystkich przyczyn

Graf 7.14. Ztracené roky života z důvodu předčasného úmrtí na 1000 obyvatel ze všech příčin



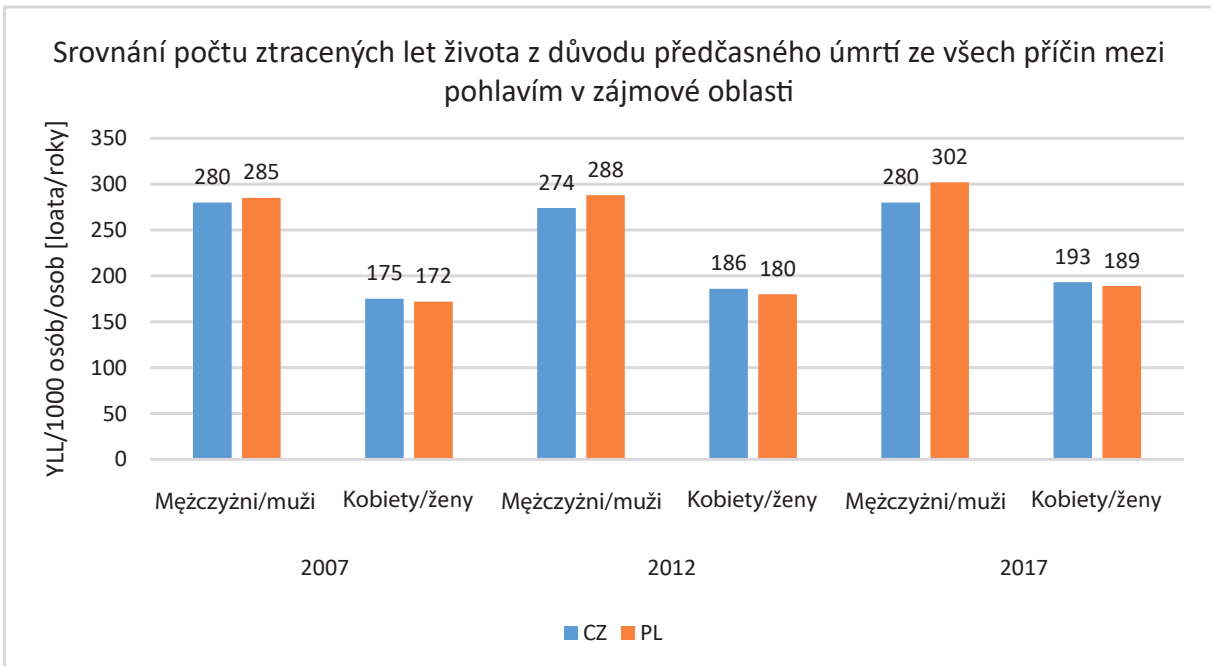
Wykres 7.15. Lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci na 1000 mieszkańców w powiatach ze wszystkich przyczyn

Graf 7.15. Ztracené roky života z důvodu předčasného úmrtí na 1000 obyvatel v okresech ze všech příčin



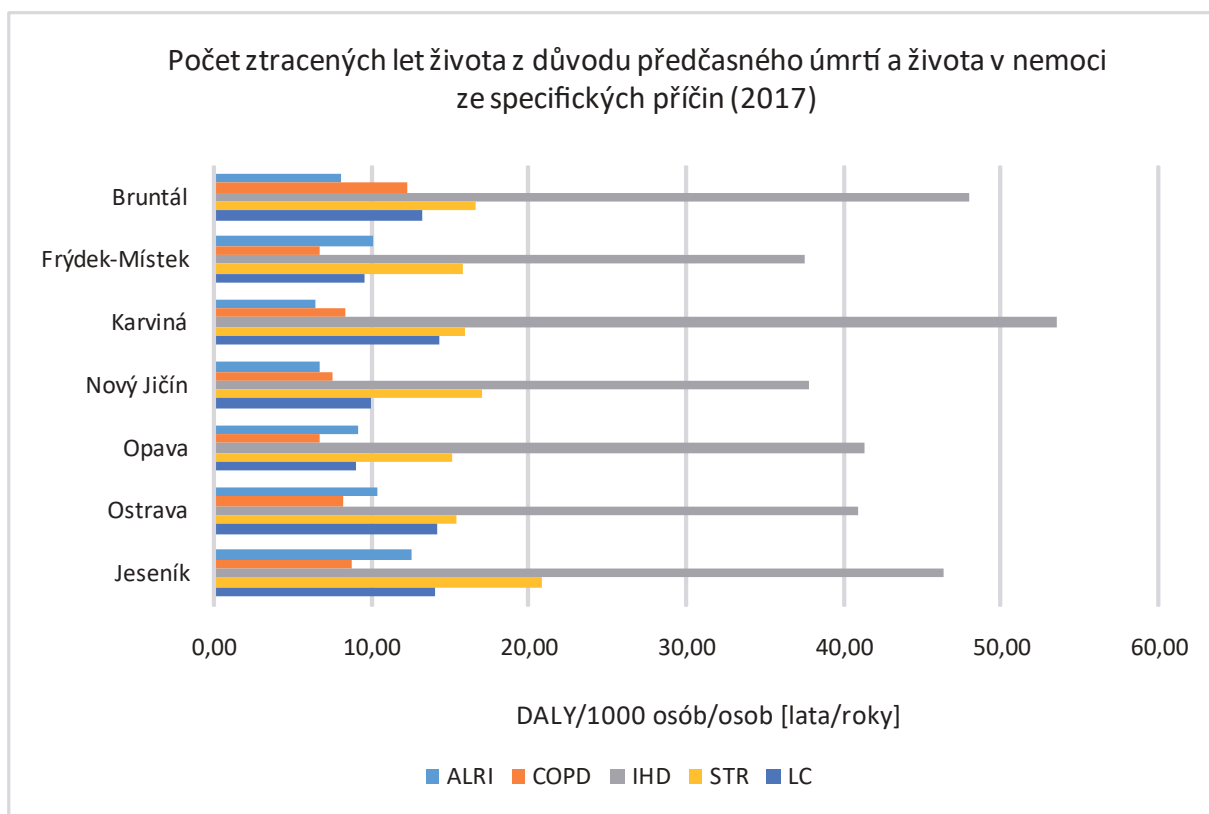
Wykres 7.16. Porównanie liczby lat życia utraconych wskutek przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn (według Healthair i WHO)

Graf 7.16. Srovnání počtu ztracených let života vlivem předčasného úmrtí ze všech příčin (srovnání HealthAir a WHO)



Wykres 7.17. Porównanie liczby lat życia utraconych wskutek przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn (według płci)

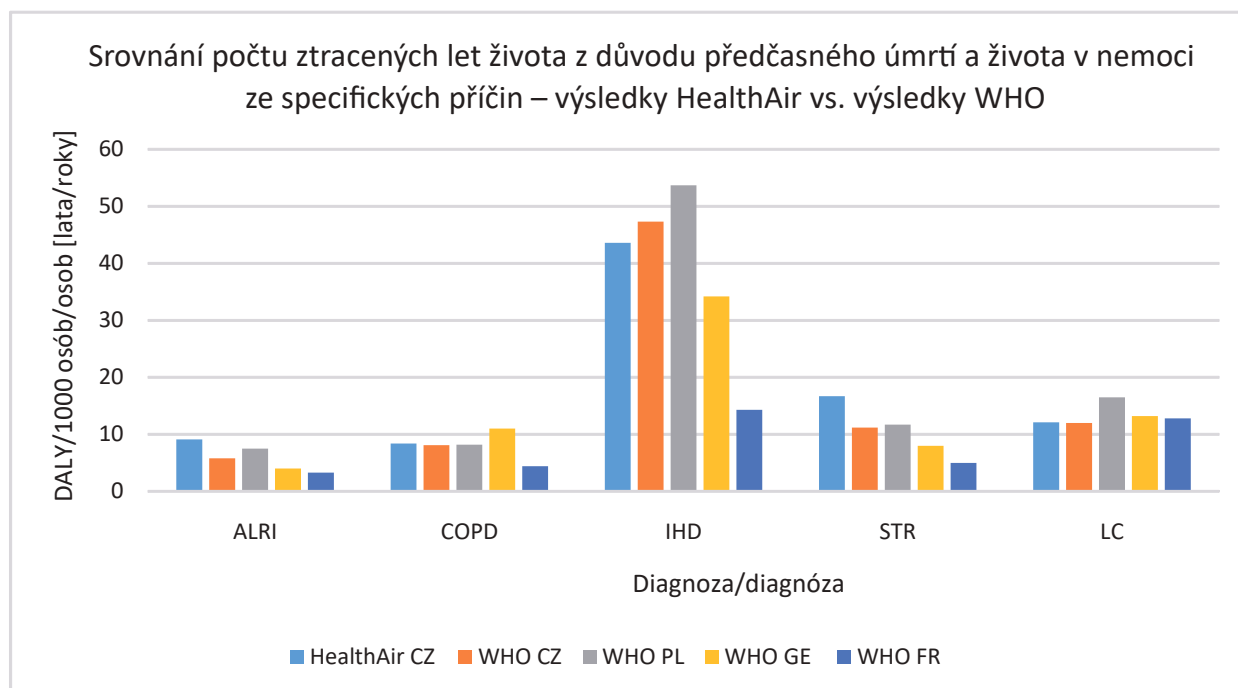
Graf 7.17. Srovnání počtu ztracených let života vlivem předčasného úmrtí ze všech příčin (srovnání mezi pohlavím)



Legenda: Zob. tabela 7.4/viz tabulka 7.4.

Wykres 7.18a. Liczba straconych lat zycia z powodu przedczesnej smierci i zycia w chorobie ze specyficznych przyczyn (dla czeskiego przedmiotowego obszaru)

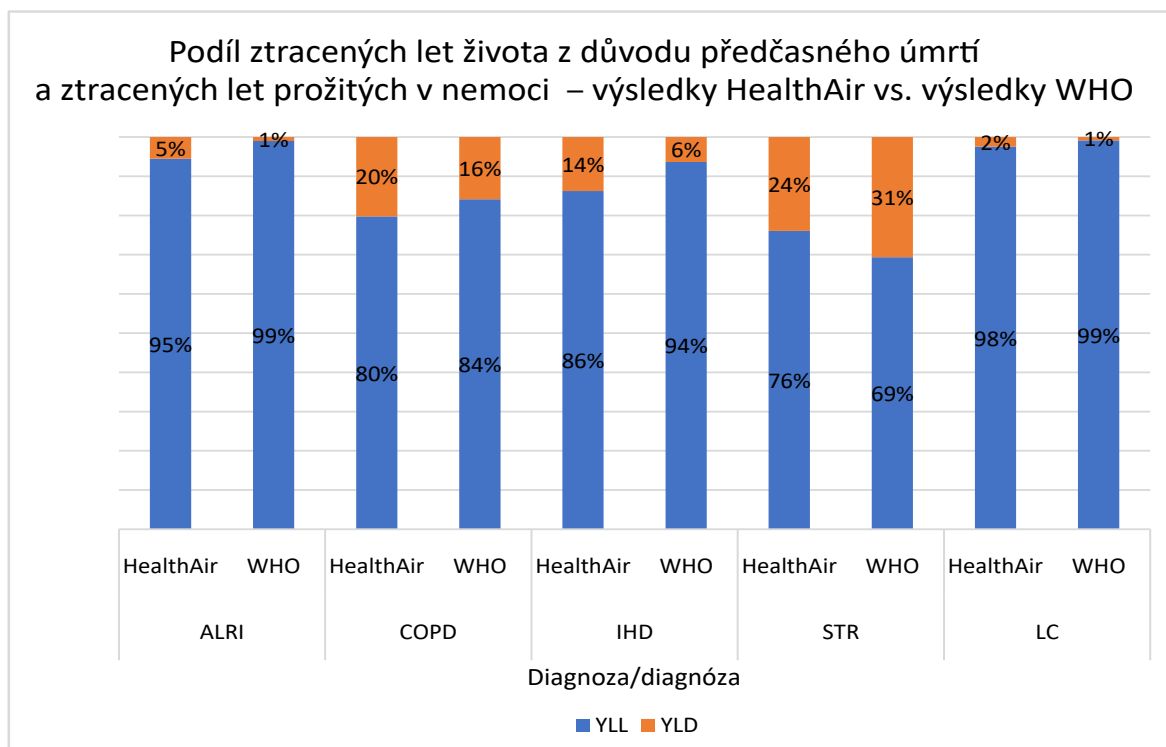
Graf 7.18a. Počet ztracených let života z důvodu předčasného úmrtí a života v nemoci ze specifických příčin (pro českou zájmovou oblast)



Legenda: Zob. tabela 7.4/viz tabulka 7.4.

Wykres 7.18b. Porównanie DALY dla specyficznych diagnoz (wyniki Healthair i WHO)

Graf 7.18b. Srovnání DALY pro specifické diagnózy (výsledky HealthAir a WHO)



Legenda: Zob. tabela 7.4/viz tabulka 7.4.

Wykres 7.18c. Udział straconych lat życia z powodu przedwczesnej śmierci i życia w chorobie

Graf 7.18c. Podíl ztracených let života z důvodu předčasného úmrtí a ztracených let prožitých v nemoci

trze również jest opisana powyżej. Oprócz aktualnych danych naukowych zostały wykorzystane dane demograficzne, dane dotyczące umieralności i stanu zdrowia populacji. Za ich pomocą dokonano oceny ilościowej (kalkulacja) parametru AB (attributable burden), opisującej liczbę utraconych lat ludności ocenianego obszaru w następstwie ekspozycji na zanieczyszczone powietrze. Te lata życia mieszkańcy przedmiotowego obszaru tracą przede wszystkim wskutek śmierci (oznaczone jak YLL), życia w chorobie (YLD) lub ze względu na oba te sposoby razem (DALY).

Najpierw trzeba zwrócić uwagę na to, że wyniki takiej oceny wiążą się ze strukturą wieku analizowanej populacji. Całkowita liczba badanej populacji na przedmiotowym obszarze w 2017 roku to w PL 996 008 osób, a w CZ – 1 251 804 osób.

Na wykresach 7.9, 7.10 i 7.11 można zaobserwować, jak w strukturze wieku populacji w analizowanym okresie 2007–2017 pogłębia się deficyt młodej generacji, a rośnie liczba osób starszych. Nie trzeba podkreślać, że starsze pokolenie jest ogólnie bardziej podatne na choroby niż młodsze i średnie pokolenie, a także wyraźniej jest tam widoczny efekt przedwczesnej śmierci.

Do oceny liczby lat utraconych wskutek przedwczesnej śmierci zastosowano wskaźnik SEYLL, tzn. standardowych spodziewanych utraconych lat życia (Standard expected years of life lost – zob. metodyka),

z celkové úmrtnosti – mortality) lze najít v Graf 14. Zvyšující se trend YLL je s největší pravděpodobností způsoben výše zmíněným stárnutím populace.

Výsledky vyjádřených ztracených let života vlivem předčasného úmrtí ze všech příčin (YLL) v jednotlivých okresech celé zájmové oblasti jsou znázorněny v Graf 7.15.

Výsledky (YLL) projektu HealthAir pro rok 2017 byly porovnány s výsledky publikovanými Světovou zdravotnickou organizací z roku 2016 (WHO) [7]. Výsledky prezentují všechny ztracené roky života vznikající v důsledku všech spolupůsobících faktorů (tedy bez souvislosti pouze se znečištěným ovzduším). Porovnání lze najít v Graf 7.16. V zájmové oblasti jsou patrné vyšší hodnoty YLL než jsou průměrné hodnoty pro celou zemi (CZ i PL). Rovněž lze vidět, že nižší hodnoty YLL mají západní státy (Německo, Francie). Srovnání počtu ztracených let života mezi pohlavími vyjádřené pro zájmovou oblast projektu lze najít v Graf 7.17. Je evidentní, že mužská část populace ztrácí až o 60 % více let než ženy.

V případě dostupnosti dat nejen o specifické úmrtnosti, ale i nemocnosti, lze vyjádřit parametr DALY – součet ztracených let života z důvodu předčasného úmrtí a let života prožitých v nemoci (viz metodika). Vzhledem k tomu, že potřebné údaje o specifické úmrtnosti a nemocnosti nebyly dostupné na polské straně zájmového území, byl parametr DALY vyhod-

Tabela 7.4. Zestawienie DALY w powiatach czeskiej części przedmiotowego obszaru (2012 rok)

Tabulka 7.4. Přehled DALY v okresech zájmového českého území (rok 2012)

2012	ALRI DALY/1000			COPD DALY/1000			IHD DALY/1000			STR DALY/1000			LC DALY/1000		
	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem
Bruntál	4,5	5,7	5,1	14,8	5,4	10,1	54,4	43,5	49,0	15,1	15,5	15,3	25,5	10,3	17,9
Frydek-Místek	6,3	3,7	5,0	9,3	6,4	7,9	59,5	57,5	58,5	18,1	20,7	19,4	19,9	6,1	13,0
Karviná	4,4	2,9	3,7	10,0	5,4	7,7	76,8	63,9	70,4	21,3	18,5	19,9	18,8	9,9	14,4
Nový Jičín	5,1	6,5	5,8	8,3	5,0	6,6	56,4	56,8	56,6	20,8	21,3	21,0	13,8	7,9	10,9
Opava	7,6	6,2	6,9	11,5	3,9	7,3	52,4	45,9	49,2	23,7	25,4	24,6	17,2	5,8	11,5
Ostrava	7,4	6,3	6,8	9,3	5,2	7,3	51,7	46,8	49,3	16,4	19,6	18,0	23,5	8,9	16,2
Jeseník	16,0	5,7	10,8	8,2	2,3	5,3	68,1	49,4	58,8	18,0	24,0	21,0	21,1	10,1	15,6
průměr	7,3	5,3	6,3	10,2	4,8	7,4	59,9	52,0	55,9	19,1	20,7	19,9	20,0	8,4	14,2

Legenda:

ALRI – ostra infekcja dolnych dróg oddechowych/akutní infekce dolních dýchacích cest

COPD – przewlekła obturacyjna choroba płuc/chronická obstrukční plicní nemoc

IHD – niedokrwienna choroba serca/ischemická choroba srdce

STR – martwica/mrtvice

LC – rak płuc, tchawicy i oskrzeli/rakovina plic, průdušnice a průdušek

Mężczyźni/muži

Kobiety/ženy

Razem/celkem

Średnia/průměr

Tabela 7.5. Zestawienie DALY w powiatach czeskiej części przedmiotowego obszaru (2017 rok)

Tabulka 7.5. Přehled DALY v okresech zájmového českého území (rok 2017)

2017	ALRI DALY/1000			COPD DALY/1000			IHD DALY/1000			STR DALY/1000			LC DALY/1000		
	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem
Bruntál	12,0	4,1	8,1	15,9	8,9	12,4	51,7	44,1	47,9	16,6	16,7	16,6	17,1	9,5	13,3
Frydek-Místek	10,5	9,7	10,1	9,2	4,2	6,7	41,5	33,5	37,5	14,4	17,3	15,8	15,1	4,1	9,6
Karviná	8,2	4,9	6,6	10,8	6,1	8,4	58,5	48,6	53,5	15,6	16,5	16,0	18,3	10,5	14,4
Nový Jičín	6,9	6,6	6,8	9,2	5,8	7,5	43,1	32,3	37,7	15,9	18,2	17,0	12,2	7,8	10,0
Opava	11,2	7,2	9,2	9,7	3,7	6,7	44,6	38,0	41,3	11,9	18,5	15,2	14,3	3,9	9,1
Ostrava	12,9	8,0	10,4	10,6	5,9	8,3	45,2	36,7	40,9	16,9	14,1	15,5	20,7	7,8	14,2
Jeseník	14,3	10,9	12,6	12,5	5,2	8,8	55,6	37,1	46,3	17,0	24,8	20,9	17,0	11,0	14,0
průměr	10,9	7,3	9,1	11,1	5,7	8,4	48,6	38,6	43,6	15,5	18,0	16,7	16,4	7,8	12,1

Legenda: Zob. tabelka 7.4 / viz tabulka 7.4.

opublikowany przez Światową Organizację Zdrowia. SEYLL z doliczonym wiekiem podaje właśnie oczekiwaną długość życia w idealnych warunkach (które były zakładane do 2050 roku) dla wszystkich kategorii wieku (od 0 do 105 lat). Wartości spodziewanej długości życia (SEYLL + wiek) wraz ze spodziewaną długością życia przewidywaną na podstawie danych demograficznych z 2017 roku dla przedmiotowego obszaru CZ i PL można znaleźć na wykresach 7.12 i 7.13.

Lata życia utracone pod wpływem przedwczesnej śmierci z jakichkolwiek przyczyn, wyrażone jako średnia liczba lat na każdym 1000 osób (oceniona na podstawie całkowitej śmiertelności) można znaleźć na wykresie 7.14. Rosnący trend YLL jest z największym prawdopodobieństwem spowodowany przez opisane uprzednio starzenie się populacji.

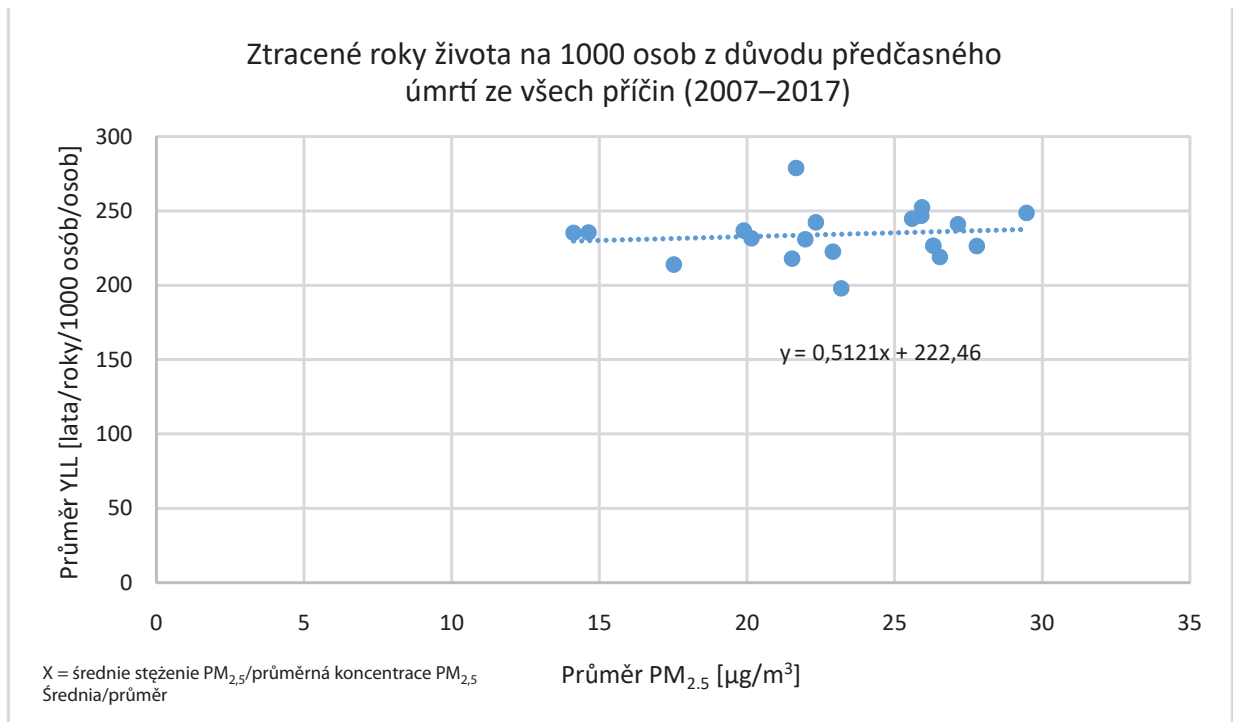
Wyniki dotyczące lat życia utraconych pod wpływem przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn (YLL) w poszczególnych powiatach całego przedmiotowego obszaru są przedstawione na wykresie 7.15.

Wyniki (YLL) projektu HealthAir za rok 2017 zostały porównane z wynikami opublikowanymi przez

nocen pouze pro české území. Přehled DALY v jednotlivých okresech české zájmové oblasti specifikován pro diagnózy naleznete v Tabulka 7.4 a Tabulka 7.5.

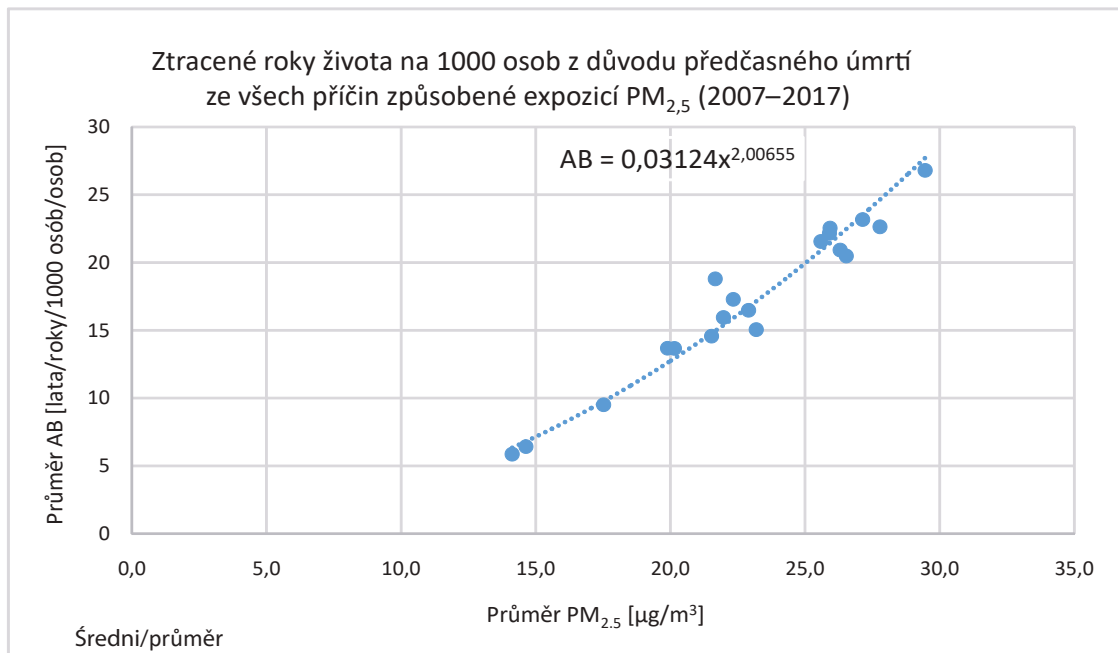
Stejně jako vyjádřené ztracené roky života (YLL), také parametr DALY pro rok 2017 bylo možné porovnat s publikovanými výsledky WHO z roku 2016, ovšem opět pouze pro oblast českého území, neboť pro polské území nebyly dostupné potřebné údaje o zdravotním stavu [8]. Počet ztracených let života z důvodu předčasného úmrtí na specifické příčiny pro jednotlivé okresy české zájmové oblasti udává Graf 7.18a. Přehled srovnání výsledků české zájmové oblasti projektu a výsledků WHO pro několik vybraných zemí EU je znázorněn v Grafu 7.18b.

V Grafu 7.18c je znázorněn poměr ztracených let života z důvodu předčasného úmrtí na specifické příčiny onemocnění a ztracených let života prožitých v nemoci, které dohromady v součtu tvoří parametr DALY. V grafu je znázorněno porovnání výsledků zájmové oblasti projektu s výsledky publikovanými WHO, kde lze pozorovat mírné odlišnosti. V projektu HealthAir byly u většiny diagnóz zjištěny o něco



Wykres 7.19. Stosunek między utraconymi latami życia a stężeniem PM_{2,5}

Graf 7.19. Vztah mezi ztracenými roky života a koncentrací PM_{2,5}



Wykres 7.20. Lata życia na 1000 osob utracone wskutek przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn związanych z ekspozycją na PM_{2,5} (2007–2017)

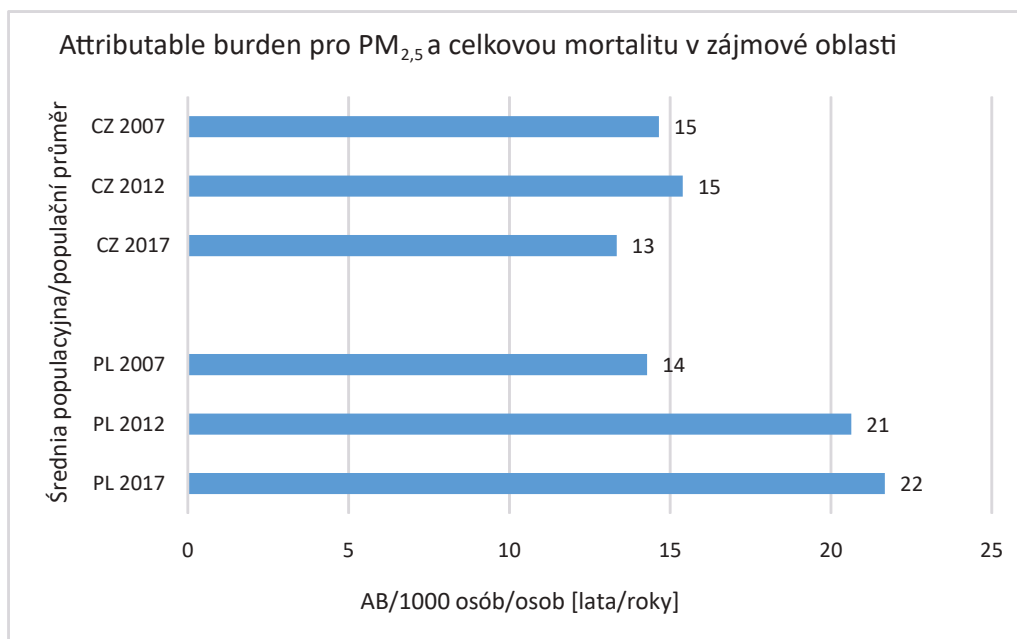
Graf 7.20. Ztracené roky života na 1000 osob z důvodu předčasného úmrtí ze všech příčin působené expozicí PM_{2,5} (2007–2017)

Światową Organizację Zdrowia z 2016 roku (WHO) [7]. Wyniki przedstawiają wszystkie lata życia utraczone wskutek wszystkich współdziałających czynników (czyli nie jedynie w powiązaniu z zanieczyszczonym powietrzem). Porównanie można znaleźć na wykresie 7.16. Na przedmiotowym obszarze są widoczne wyższe wartości YLL niż wynoszą średnie wartości dla ca-

wyrazniejszy podiły YLD w celkowym ukazateli DALY oproti výsledkům publikovaným WHO [7–8].

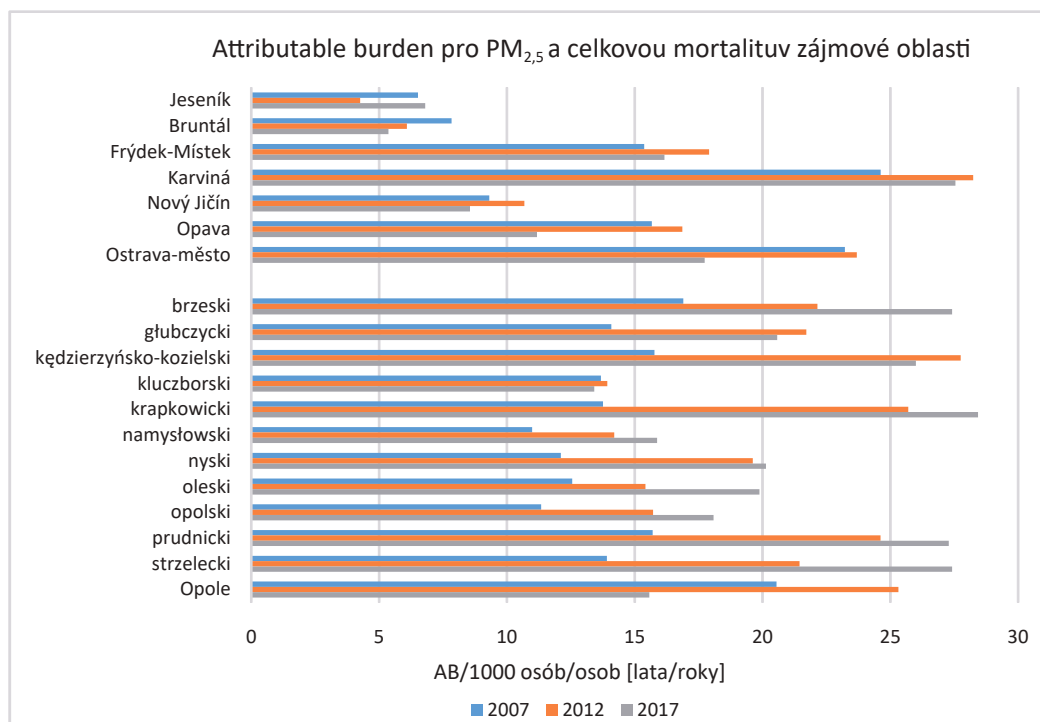
Průměrné hodnoty YLL z let 2007–2017 v závislosti na koncentraci biologicky neúčinnější frakce $PM_{2.5}$ polétavého prachu jsou znázorněny v Graf 7.19.

Ke zjištění, zda je závislost předčasných úmrtí na koncentraci stoupající či nikoliv, jsme použili roz-



Wykres 7.21. Obciążenie ludności związane z przedwczesną śmiercią pod wpływem ekspozycji na $PM_{2.5}$

Graf 7.21. Zátěž obyvatelstva související s předčasným úmrtím vlivem expozice $PM_{2.5}$



Wykres 7.22. Obciążenie ludności związane z przedwczesną śmiercią pod wpływem ekspozycji na $PM_{2.5}$

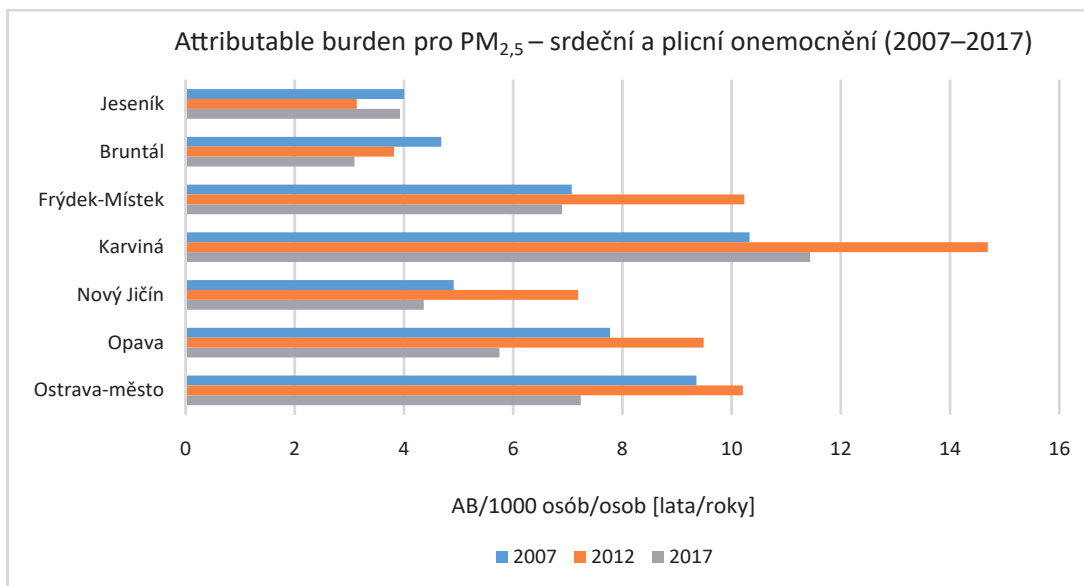
Graf 7.22. Zátěž obyvatelstva související s předčasným úmrtím vlivem expozice $PM_{2.5}$

łych krajów (CZ i PL). Można również zauważyć, że niższe wartości YLL mają państwa zachodnie (Niemcy, Francja). Porównanie liczby utraconych lat życia ze względu na płeć wyrażoną dla przedmiotowego obszaru projektu można znaleźć na wykresie 7.17. Jest rzeczą ewidentną, że mężczyźni tracą nawet o 60% więcej lat niż kobiety.

W przypadku dostępności danych nie tylko dotyczących specyficznej śmiertelności, ale też zapadalności, można przedstawić za pomocą wskaźnika DALY – sumę lat utraconych wskutek przedwczesnej

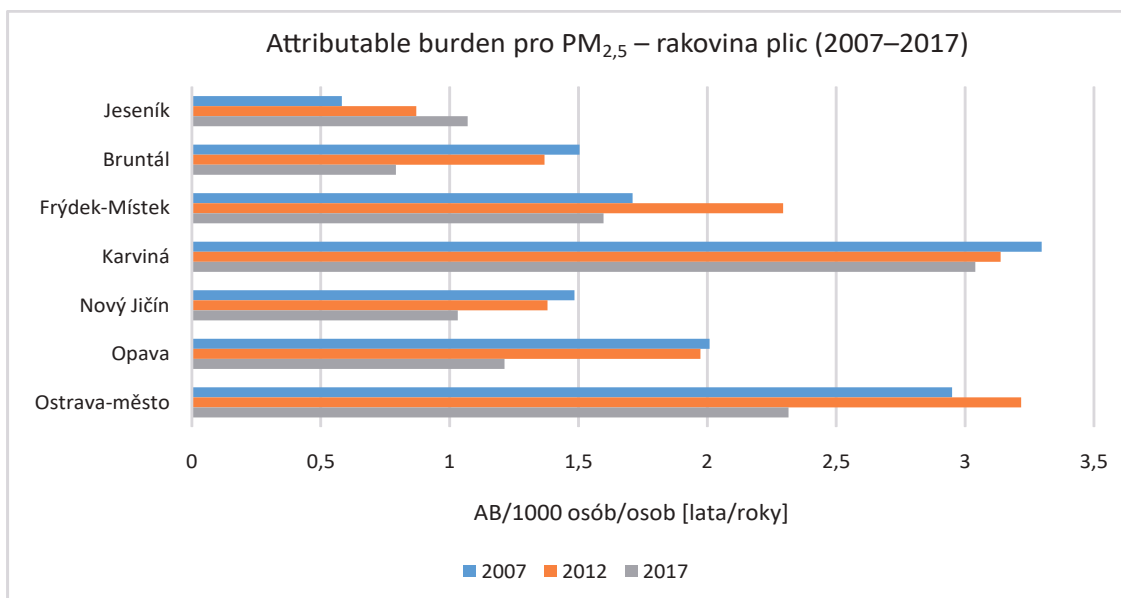
szereżony test linearity (extended Mantel-Haenzel chi-kwadrat test pro lineární trend). Výsledky tohoto testu (hodnota testovací charakteristiky je 127, se statistickou významností $p < 0,001$) ukazují, že závislost existuje a je mírně stoupající se zvyšující se koncentrací $PM_{2,5}$. Znamená to tedy, že vliv znečištění ovzduší na předčasná úmrtí ze všech příčin existuje, je sice zřejmě oproti jiným vlivům (např. životnímu stylu, stravě, pohybu) malý, ale nikoliv zanedbatelný.

Za použití poznatků z jiných epidemiologických analytických studií je možné znázornit vztah mezi pa-



Wykres 7.23. Attributable burden dla chorób serca i płuc

Graf 7.23. Attributable burden pro srdeční a plicní onemocnění



Wykres 7.24. Attributable burden dla raka płuc

Graf 7.24. Attributable burden pro rakovinu plic

śmierci i lat życia przeżytych w niepełnosprawności (zob. metodyka). Ze względu na to, że potrzebne dane dotyczące specyficznej umieralności i zapadalności nie były dostępne w odniesieniu do polskiej strony przedmiotowego obszaru, parametr DALY został oceniony tylko na czeskim obszarze. Zestawienie DALY w poszczególnych powiatach czeskiej części badanego obszaru jest wyszczególnione dla diagnoz w tabelach 7.4 i 7.5.

Tak samo jak przedstawione utracone lata życia (YLL), także parametr DALY na 2017 rok można było porównać z opublikowanymi wynikami WHO z 2016 roku, jednak ponownie tylko dla czeskiej części obszaru, ponieważ dla polskiej części nie były dostępne potrzebne dane o stanie zdrowia [8]. Liczbę utraconych lat życia z powodu przedwczesnej śmierci ze specyficznych przyczyn dla poszczególnych powiatów czeskiej części przedmiotowego obszaru przedstawia wykres 7.18a. Zestawienie porównania wyników na czeskim obszarze projektu i wyników WHO dla kilku wybranych krajów UE zostało przedstawione na wykresie 7.18b.

Na wykresie 7.18c jest pokazany stosunek utraconych lat życia z powodu przedwczesnej śmierci na specyficzne choroby i utraconych lat życia, przeżytych w niepełnosprawności, które razem stanowią w sumie parametr DALY. Na wykresie przedstawiono porównanie wyników przedmiotowego obszaru projektu z wynikami opublikowanymi przez WHO, z którego wynikają drobne różnice. W projekcie HealthAir w przypadku większości diagnoz zostały stwierdzone nieco wyraźniejsze różnice udziału YLD w całościowym wskaźniku DALY w porównaniu z wynikami opublikowanymi przez WHO [7–8].

Średnie wartości YLL z lat 2007–2017 w zależności od stężenia najbardziej biologicznie czynnej frakcji $PM_{2,5}$ pyłu zawieszonego są przedstawione na wykresie 7.19.

Do stwierdzenia, czy zależność przedwczesnej śmierci od stężenia jest rosnąca czy nie, zastosowaliśmy rozszerzony test liniowości (rozszerzony test chi-kwadrat Mantela-Haenszela dla trendu liniowego). Wyniki tego testu (wartość charakterystyki testowej wynosi 127, z istotnością statystyczną $p < 0,001$) wskazują, że zależność istnieje i jest lekko rosnąca wraz ze zwiększającym się stężeniem $PM_{2,5}$. Oznacza to zatem, że wpływ zanieczyszczenia powietrza na przedwczesną śmierć ze wszystkich przyczyn istnieje, jest jednak w porównaniu z innymi wpływami (np. stylem życia, sposobem odżywiania, ruchem) wyraźnie mniejsza, ale nie jest nieznacząca.

Przy wykorzystaniu danych z innych epidemiologicznych badań analitycznych można przedstawić stosunek między parametrem AB (liczba lat życia

parametrem AB (počet ztracených roků života z důvodu předčasného úmrtí ze všech příčin) a koncentrací $PM_{2,5}$ – viz Graf 7.20. Uvedená závislost však ukazuje diskutovanou asociaci „oproštěnou” od jiných vlivů způsobujících předčasné úmrtí (na grafu 7.20 je možné si všimnout, že počet ztracených let je přibližně 10 x nižší než hodnoty na grafu 7.19, ukazující „všechny” ztracené roky i z jiných příčin, než je znečištěné ovzduší).

Průměrné hodnoty AB vyjádřené pro úmrtnost na všechny příčiny vlivem expozice $PM_{2,5}$ na každých 1000 osob ve sledovaném období 2007–2017 pro celou zájmovou oblast PL a CZ lze nalézt v Graf 7.21, zvláště pak podle okresů v Graf 7.22. Jednoduchým porovnáním těchto hodnot lze učinit závěr, že obyvatelstvo polské části ztrácí o něco více let života než je tomu na české straně. Průměrné hodnoty AB na 1000 osob za sledované období jsou 14 pro Česko a 19 pro Polsko. Ve srovnání s celorepublikovými průměry, publikovanými WHO, však obě zájmová území patří k nadprůměrným, tzn. více znečištěným, než je tomu v západních státech EU.

V případě české zájmové oblasti bylo rovněž možné vyhodnotit AB také pro srdeční a plicní onemocnění v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$ (viz Graf 7.23) a stejně tak pro rakovinu plic (viz Graf 7.24).

Podrobnější výsledky vlivu znečištěného ovzduší na zdraví sledované populace je možno nalézt v přílohách č. 25–36, které uvádějí AB pro předčasnou úmrtnost (pomocí YLL) nebo předčasných úmrtí a nemocnosti dohromady (pomocí DALY) v každém okrese zájmového území, odhadnuté v desetiletém odstupu.

utraconých wskutek przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn) a stężeniem $PM_{2,5}$ – zob. wykres 7.20. Podana zależność wskazuje jednak na dyskusyjne powiązanie, „uwolnione” od innych wpływów powodujących przedwczesną śmierć (na wykresie 7.20 można zauważyć, że liczba utraconych lat życia jest w przybliżeniu 10 razy mniejsza niż wartości przedstawione na wykresie 7.19, pokazujące „wszystkie” utracone lata, także z innych przyczyn niż zanieczyszczenie powietrza).

Średnie wartości AB dotyczące umieralności ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ na każdym 1000 osób w analizowanym okresie 2007–2017 dla całego przedmiotowego obszaru PL i CZ można znaleźć na wykresie 7.21, a oddzielnie według powiatów na wykresie 7.22. Dzięki prostemu porównaniu tych wartości można wyciągnąć wnioski,

że ludność polskiej części traci trochę więcej lat życia niż ludność po stronie czeskiej. Średnie wartości AB na 1000 osób za analizowany okres wynoszą 14 dla Czech i 19 dla Polski. W porównaniu ze średnimi ogólnokrajowymi, opublikowanymi przez WHO, oba przedmiotowe obszary należą do ponadprzeciętnych, tzn. bardziej zanieczyszczonych, niż podobne obszary w zachodnich państwach UE.

W przypadku czeskiej części przedmiotowego obszaru możliwe było dokonanie oceny AB także w odniesieniu do chorób serca i płuc w związku z ekspozycją $PM_{2,5}$ (zob. wykres 7.23) i tak samo dla raka płuc (zob. wykres 7.24).

zycją $PM_{2,5}$ (zob. wykres 7.23) i tak samo dla raka płuc (zob. wykres 7.24).

Bardziej szczegółowe wyniki dotyczące wpływu zanieczyszczonego powietrza na zdrowie analizowanej populacji można znaleźć w załącznikach nr 25–36, które podają AB dla przedwczesnej śmiertelności (za pomocą YLL) lub przedwczesnych zgonów i zapadalności razem (za pomocą DALY) w każdym powiecie przedmiotowego obszaru, oszacowane w dziesięcioletnim odstępie.

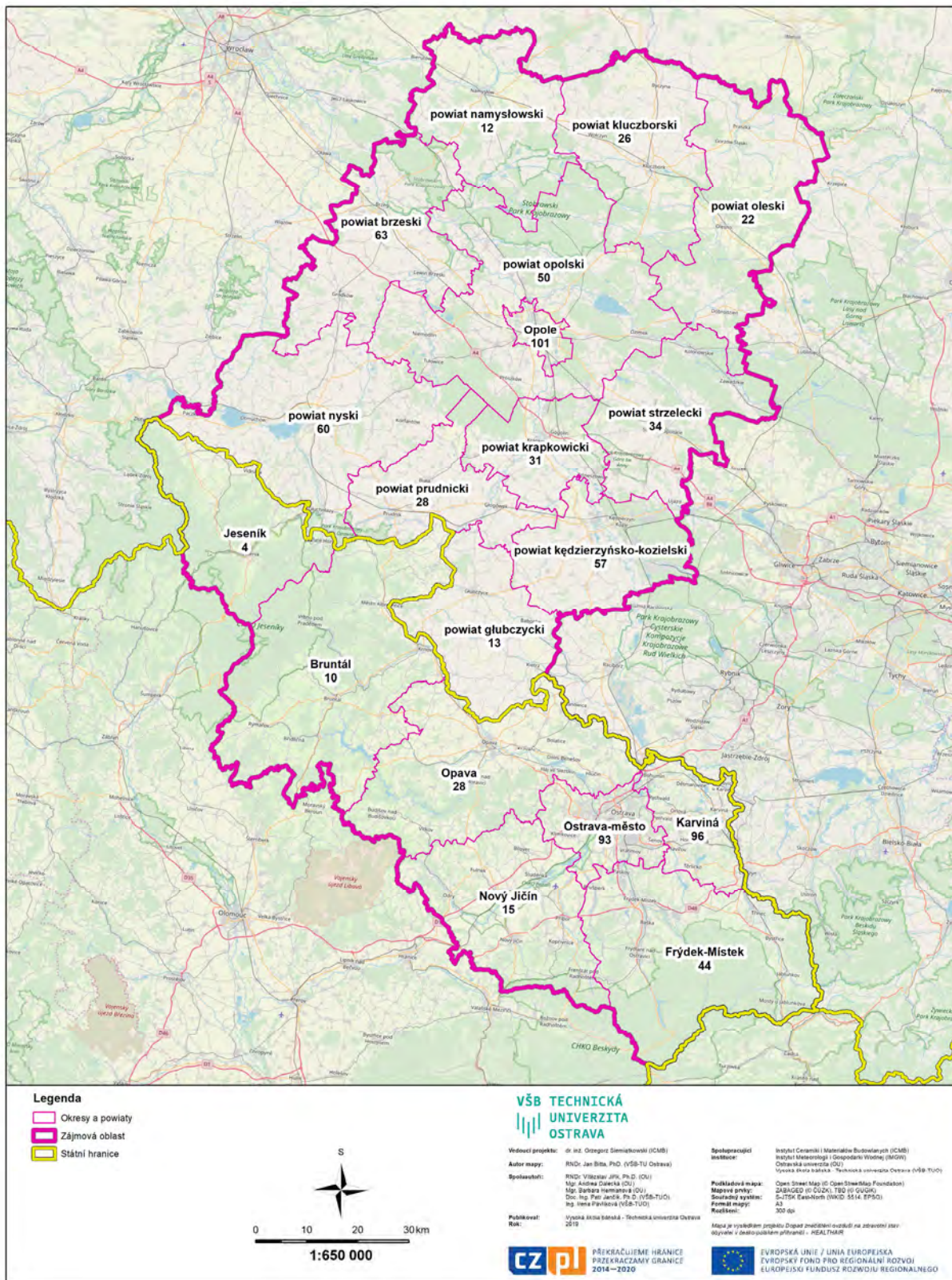
7.5. Załączniki / 7.5. Přílohy

Załącznik nr 1: Populacyjne ryzyko zachorowania na raka – 2007 rok

Příloha č. 1: Populační karcinogenní rizika pro rok 2007

POPULAČNÍ KARCINOGENNÍ RIZIKA, ROK 2007

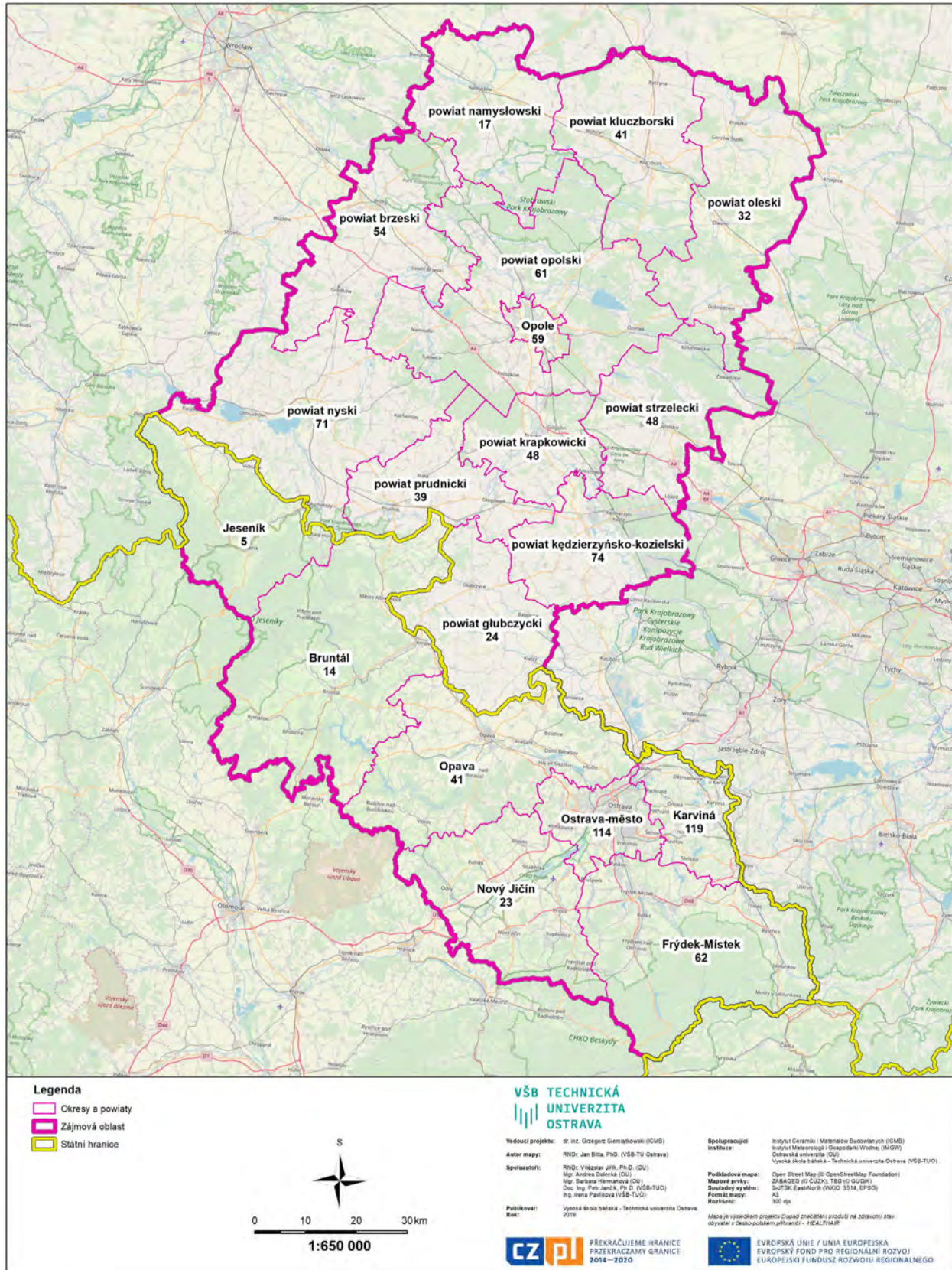
Předpokládané počty osob s rakovinou způsobenou expozicí benzo(a)pyrenu v ovzduší



Załącznik nr 2: Populacyjne ryzyko zachorowania na raka – 2012 rok
 Příloha č. 2: Populační karcinogenní rizika pro rok 2012

POPULAČNÍ KARCINOGENNÍ RIZIKA, ROK 2012

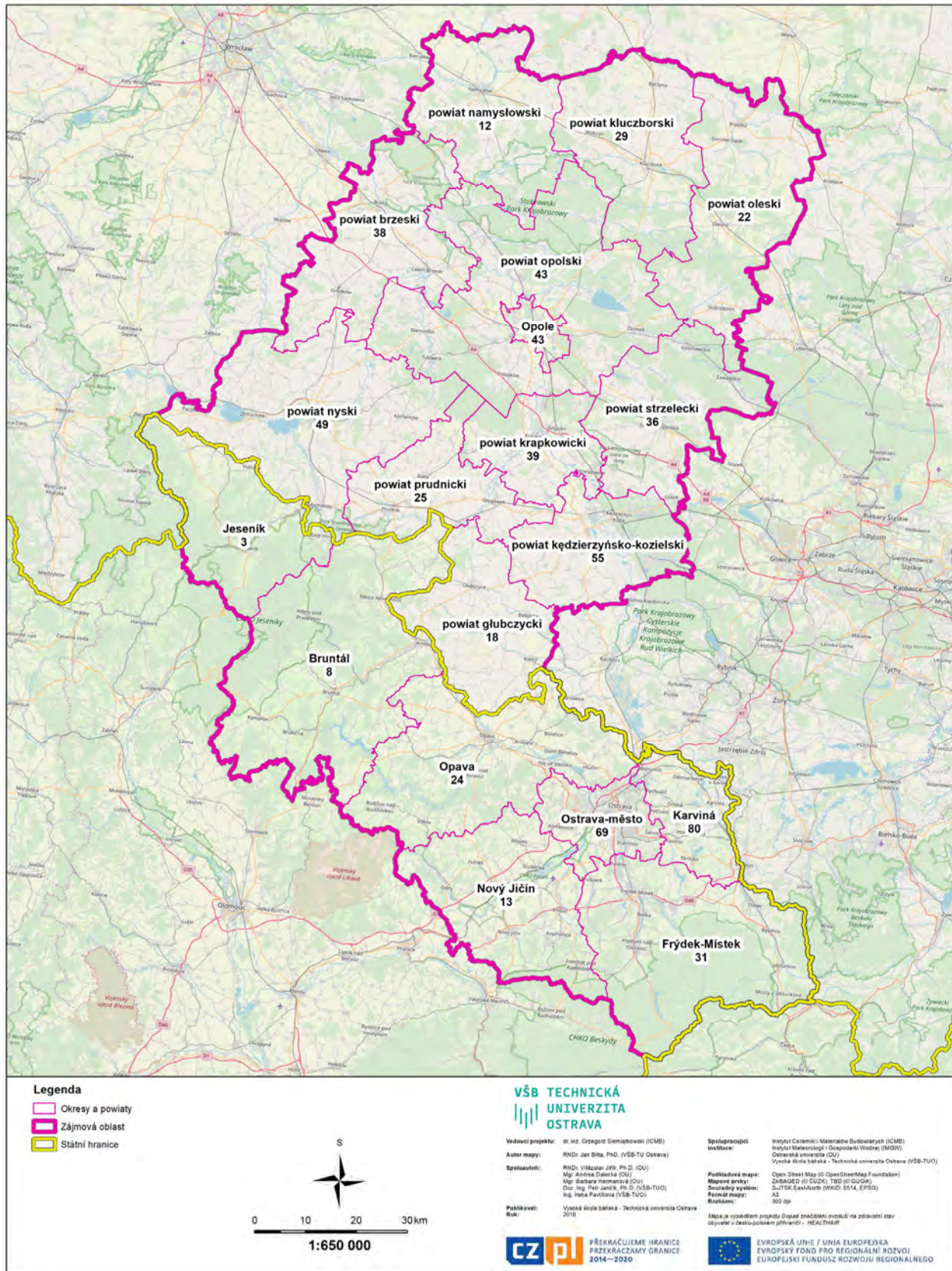
Předpokládané počty osob s rakovinou způsobenou expozicí benzo(a)pyrenu v ovzduší



Załącznik nr 3: Populacyjne ryzyko zachorowania na raka – 2017 rok
 Příloha č. 3: Populační karcinogenní rizika pro rok 2017

POPULAČNÍ KARCINOGENNÍ RIZIKA, ROK 2017

Předpokládané počty osob s rakovinou způsobenou expozicí benzo(a)pyrenu v ovzduší

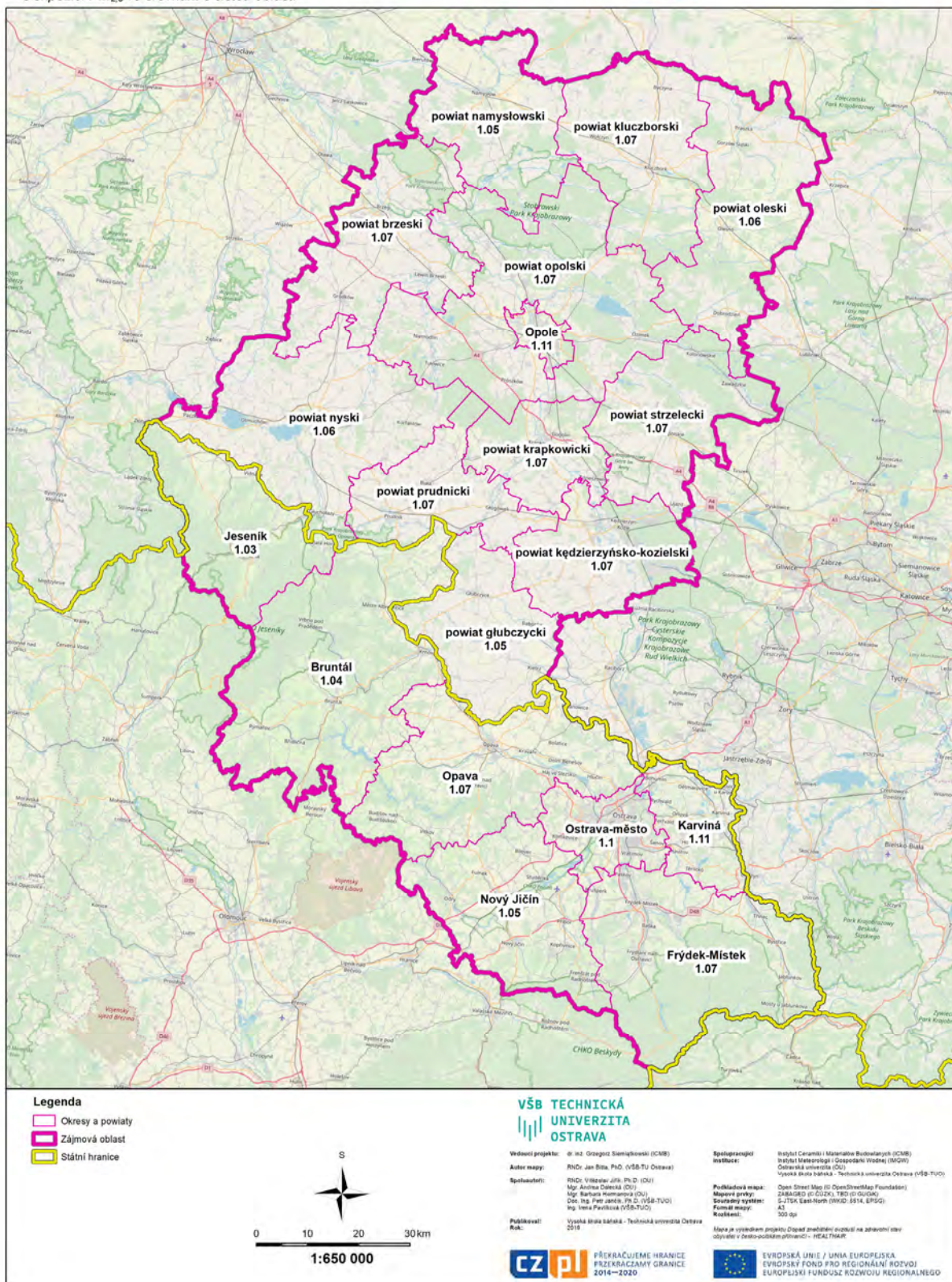


Załącznik nr 4: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na $PM_{2.5}$ – 2007 rok

Příloha č. 4: Relativní rizika předčasného úmrtí na všechny příčiny vlivem expozice $PM_{2.5}$ pro rok 2007

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA VŠECHNY PŘÍČINY, ROK 2007

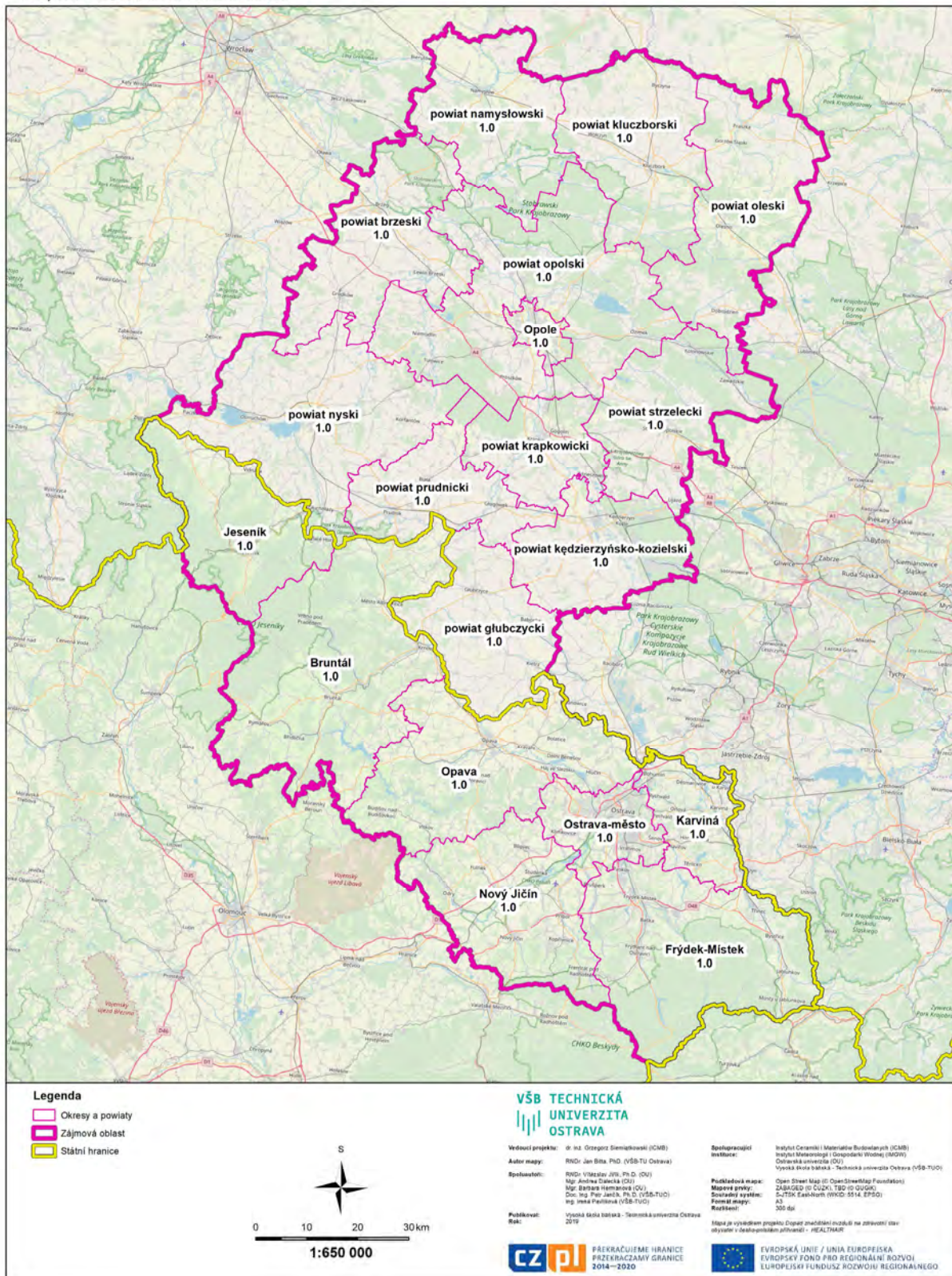
Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2.5}$ ve srovnání s čistou oblastí



Załącznik nr 5: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na NO₂ – 2007 rok
Příloha č. 5: Relativní rizika předčasného úmrtí na všechny příčiny vlivem expozice NO₂ pro rok 2007

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA VŠECHNY PŘÍČINY, ROK 2007

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí NO₂ ve srovnání s čistou oblastí

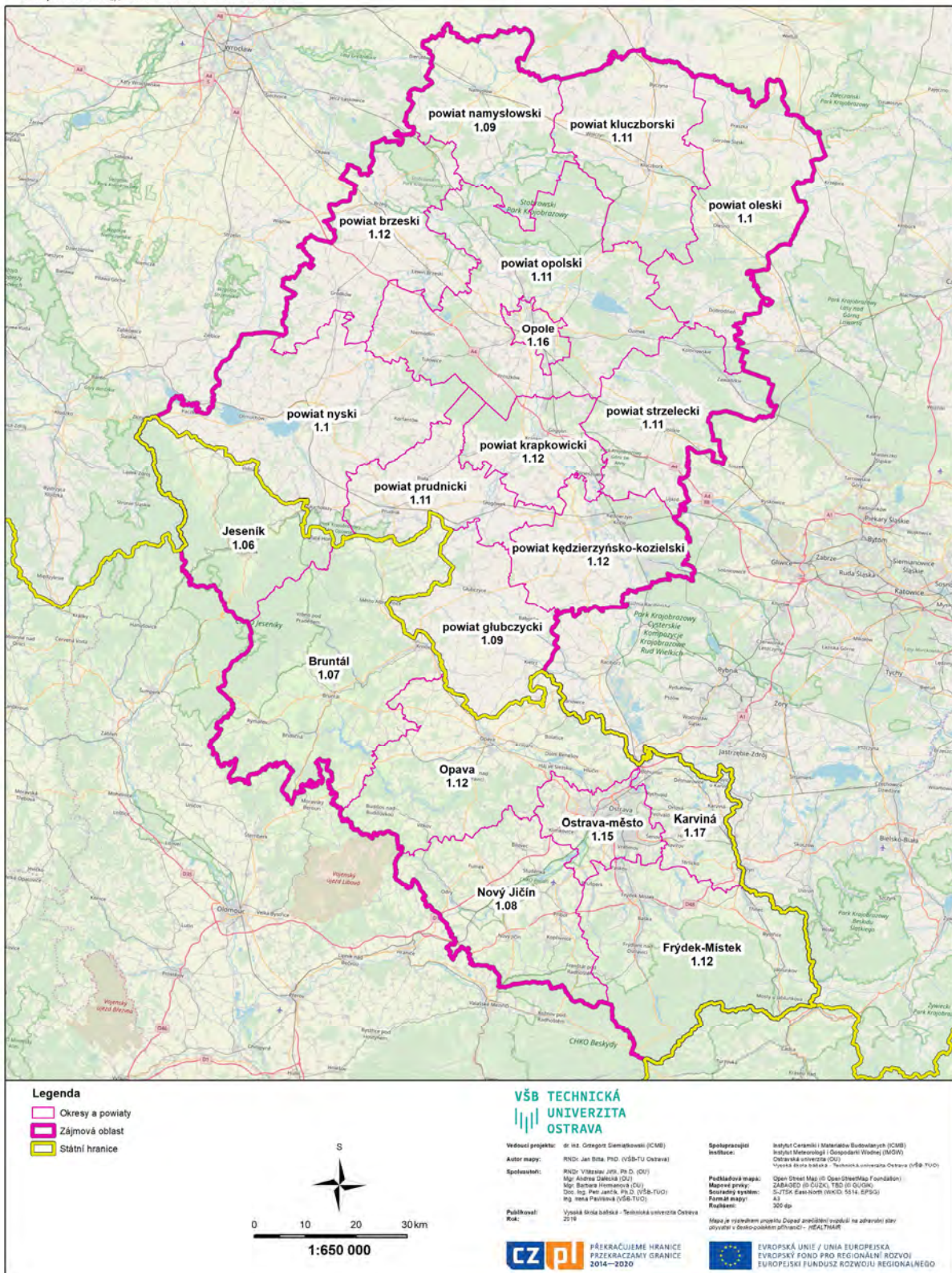


Zalúčnik nr 6: Ryzyko wzgledne dotyczace przedczesnej smierci na choroby serca i pluc pod wplywem $PM_{2.5}$ – 2007 rok

Příloha č. 6: Relativní rizika předčasného úmrtí na srdeční a plicní onemocnění vlivem $PM_{2.5}$ pro rok 2007

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA SRDEČNÍ A PLICNÍ ONEMOCNĚNÍ, ROK 2007

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2.5}$ ve srovnání s čistou oblastí

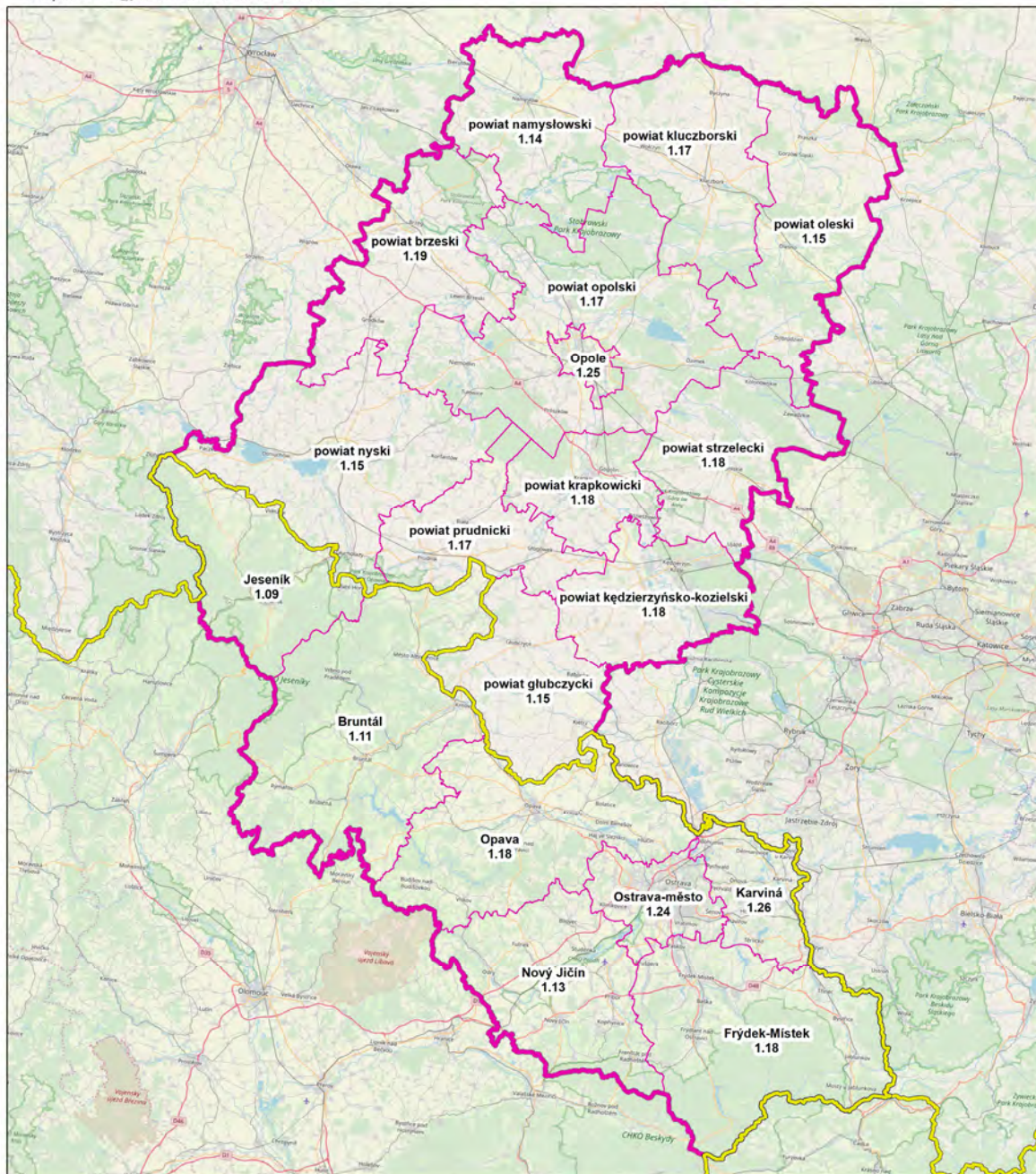


Zalúčnik nr 7: Ryzyko wzgledne dotyczace przedwczesnej smierci na raka pluc pod wplywem ekspozycji na $PM_{2,5}$ – 2007 rok

Příloha č. 7: Relativní rizika předčasného úmrtí na rakovinu plic vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2007

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA ZHOUBNÝ NOVOTVAR PRŮDUŠNICE, PRŮDUŠEK A PLIC, ROK 2007

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$ ve srovnání s čistou oblastí



Legenda

- Okresy a powiaty
- Zájmová oblast
- Státní hranice

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Vedoucí projektu: dr. Ine. Gregorz Sieniowski (CMB)
 Autor mapy: RNDr. Jan Bitt, PhD. (VŠB-TU Ostrava)
 Spolautor: RNDr. Vítězslav Jirk, Ph.D. (DU)
 Mgr. Andrea Dávnová (DU)
 Mgr. Šárka Němčáková (DU)
 Doc. Ing. Petr Janák, Ph.D. (VŠB-TUO)
 Ing. Irena Pechová (VŠB-TUO)

Publikoval: Vydání Břežská 2018
 Rok: 2018

Spolpracovní instituce: Institut Ceramiki i Materiałów Budowlanych (ICMB) Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) Ostravská univerzita (OU) Ústav stavební techniky - Technická univerzita Ostrava (VŠB-TUO)

Publikovaná mapa: Mapa prony: S-JTSK East-North (WGS: 5514, EPSG: 3143)
 Rozměry: 300 dpi

Mapa je výsledkem projektu Dopad značnické ozubení na zdravotní stav obyvatel v podkrovním území - HEALTHAIR

1:650 000

PŘEKRÁČÍME HRANICE PŘEDČASNÝM ÚMRTÍM 2014–2020

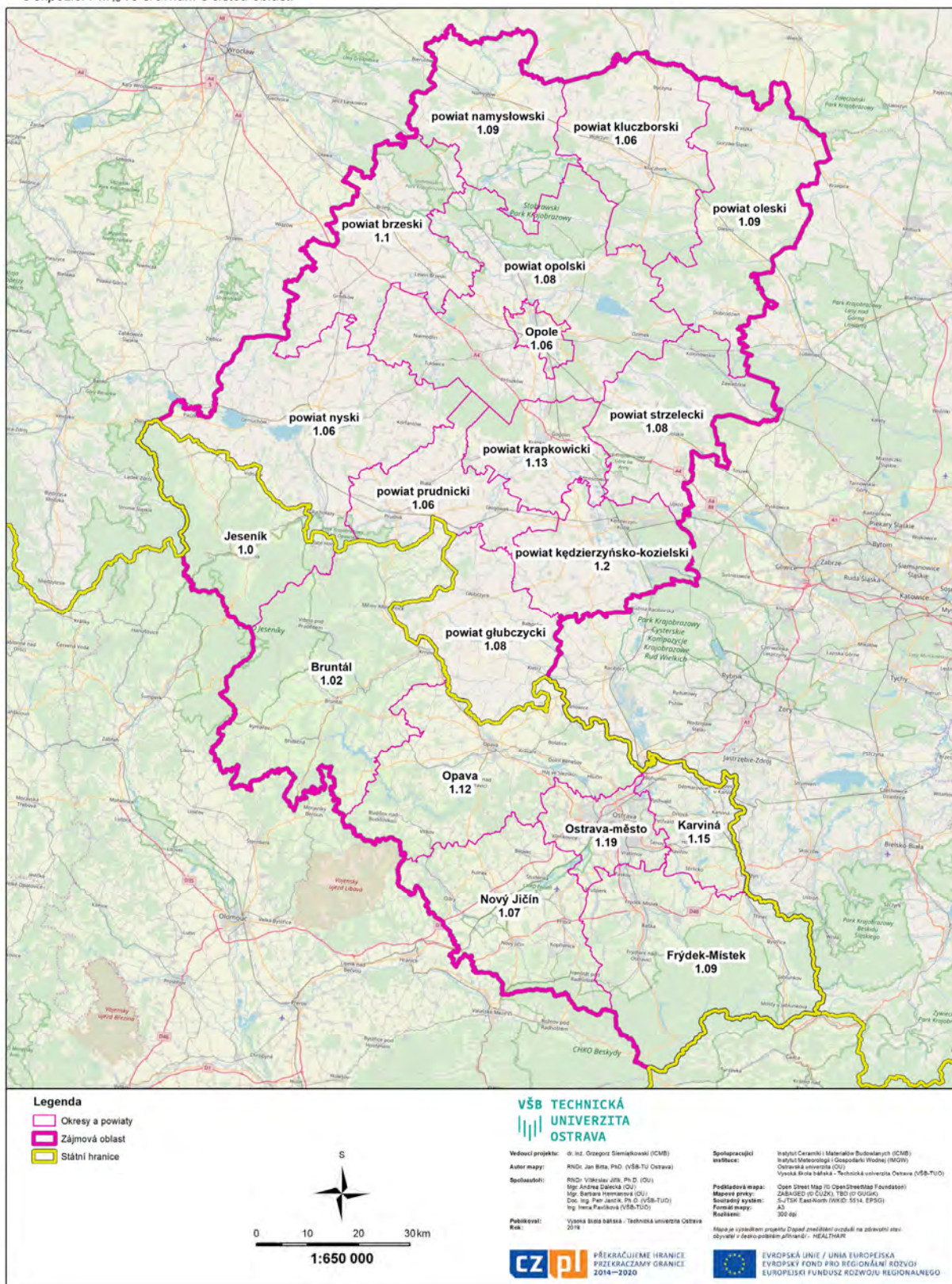
EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
 EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
 EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

Załącznik nr 8: Ryzyko względne dotyczące występowania zapalenia oskrzeli u dzieci pod wpływem ekspozycji na PM_{10} – 2007 rok

Příloha č. 8: Relativní rizika výskytu bronchitid u dětí vlivem expozice PM_{10} pro rok 2007

RELATIVNÍ RIZIKA VÝSKYTU (PREVALENCE) BRONCHITID U DĚTÍ, ROK 2007

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM_{10} ve srovnání s čistou oblastí

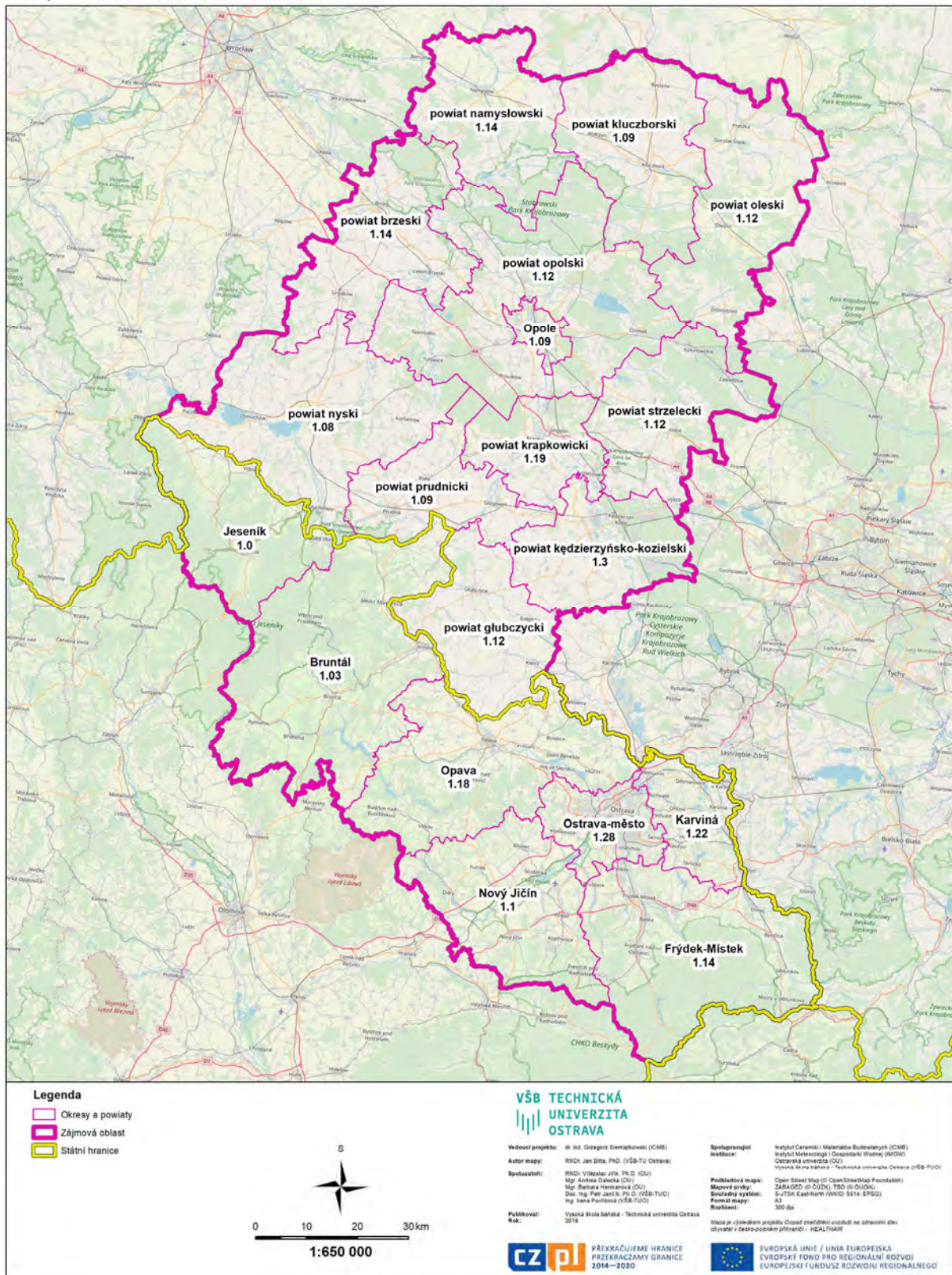


Załącznik nr 9: Ryzyko względne dotyczące występowania zapalenia oskrzeli u dorosłych pod wpływem ekspozycji na PM_{10} – 2007 rok

Příloha č. 9: Relativní rizika výskytu bronchitid u dospělých vlivem expozice PM_{10} pro rok 2007

RELATIVNÍ RIZIKA VÝSKYTU (INCIDENCE) BRONCHITID U DOSPĚLÝCH, ROK 2007

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM_{10} ve srovnání s čistou oblastí

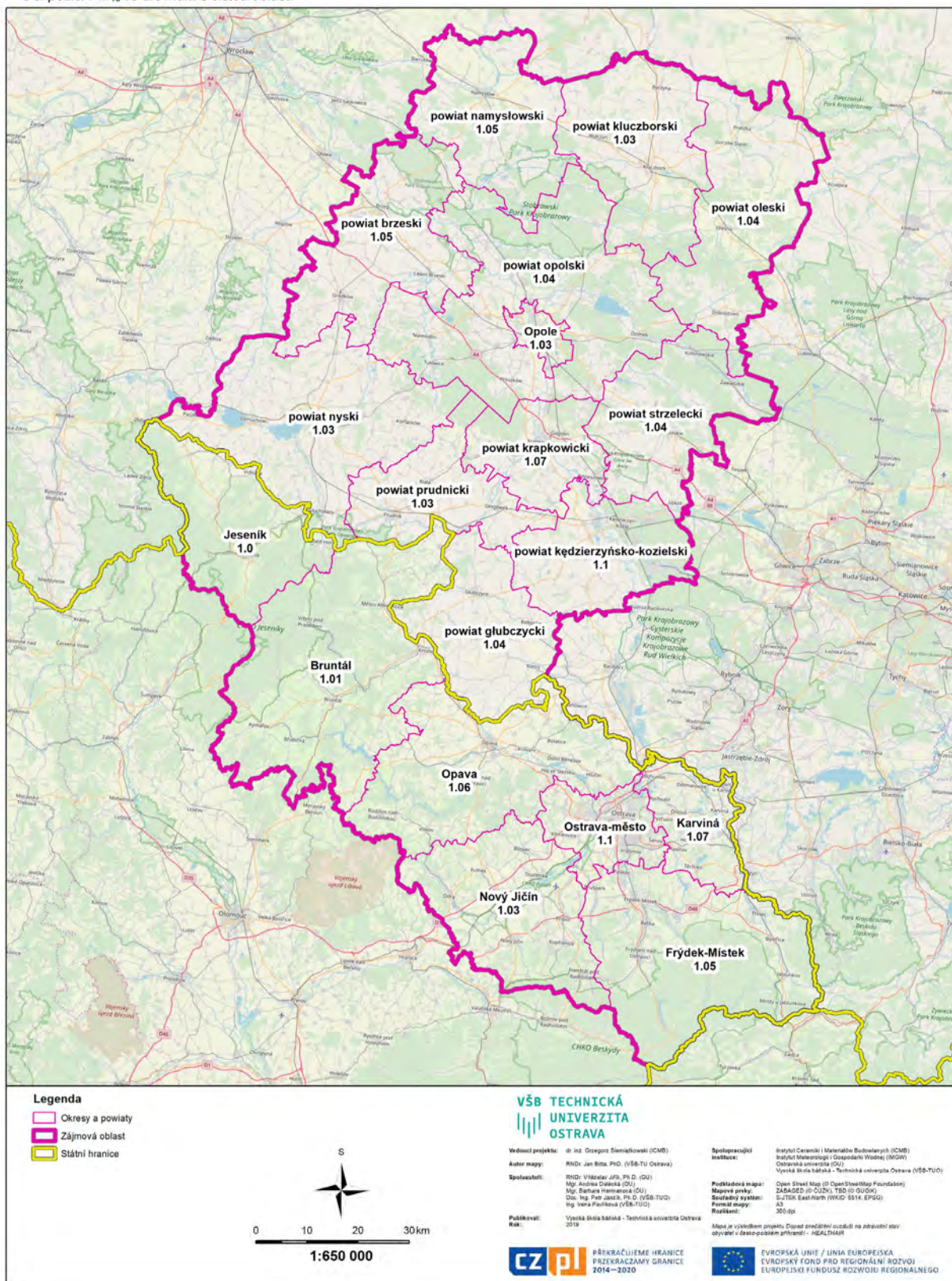


Załącznik nr 10: Ryzyko względne dotyczące postnatalnej śmiertelności pod wpływem ekspozycji na PM₁₀ – 2007 rok

Příloha č. 10: Relativní rizika postneonatální úmrtnosti vlivem expozice PM₁₀ pro rok 2007

RELATIVNÍ RIZIKA KOJENECKÉ ÚMRTNOSTI, ROK 2007

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM₁₀ ve srovnání s čistou oblastí

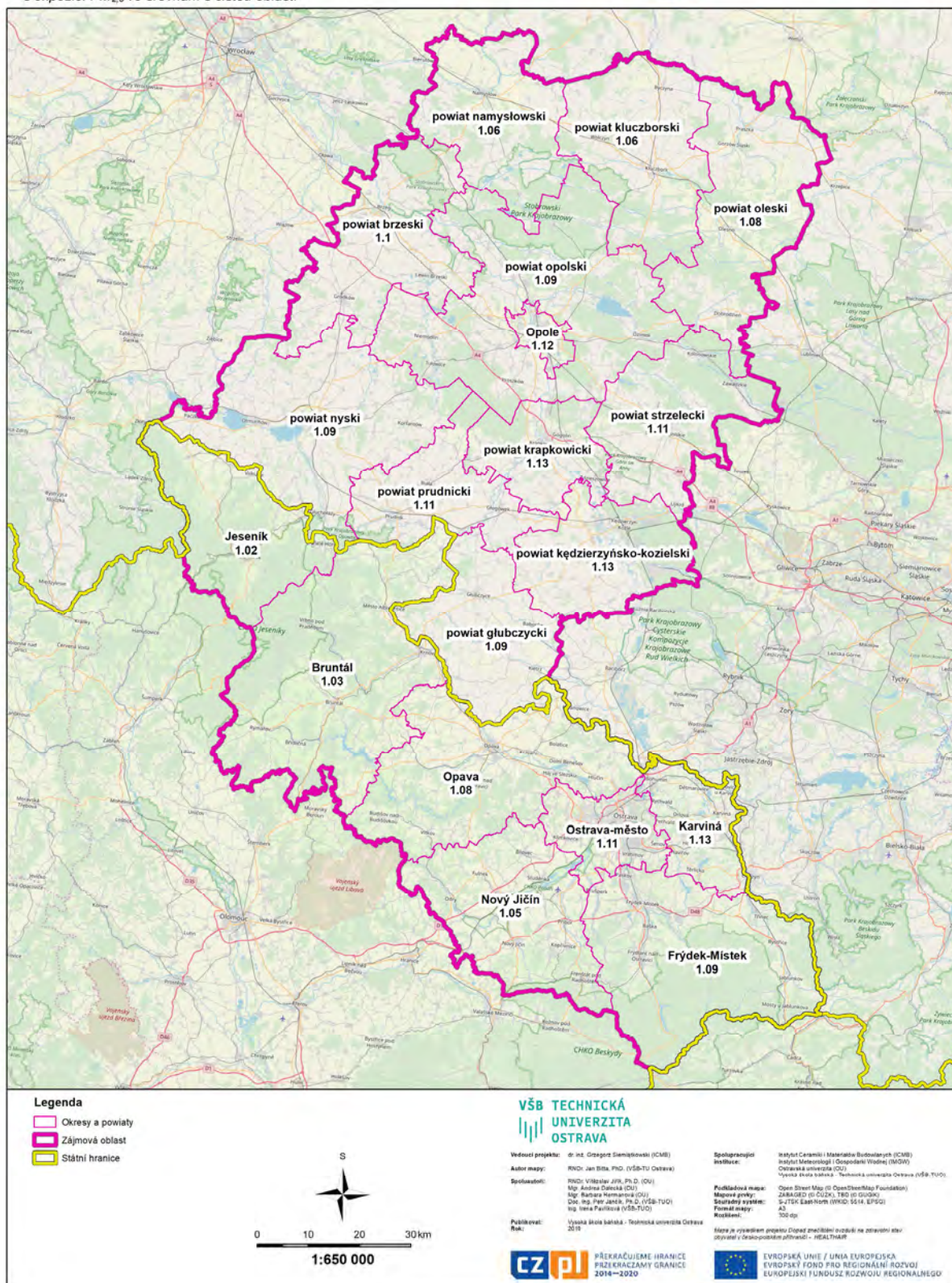


Załącznik nr 11: Ryzyka względne dotyczące przedczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na $PM_{2.5}$ – 2012 rok

Příloha č. 11: Relativní rizika předčasného úmrtí na všechny příčiny vlivem expozice $PM_{2.5}$ pro rok 2012

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA VŠECHNY PŘÍČINY, ROK 2012

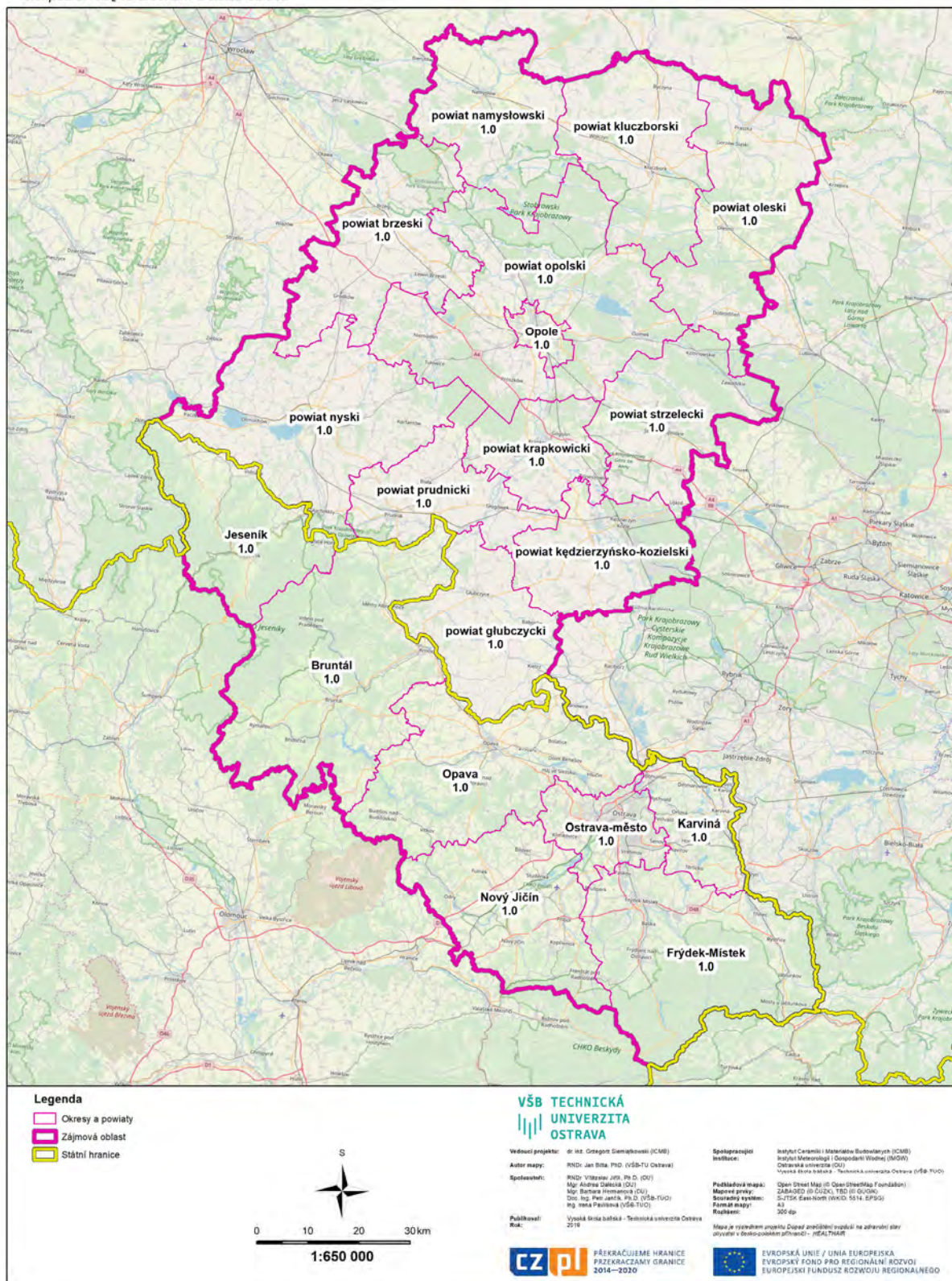
Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2.5}$ ve srovnání s čistou oblastí



Załącznik nr 12: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na NO₂ – 2012 rok
 Příloha č. 12: Relativní rizika předčasného úmrtí na všechny příčiny vlivem expozice NO₂ pro rok 2012

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA VŠECHNY PŘÍČINY, ROK 2012

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí NO₂ ve srovnání s čistou oblastí

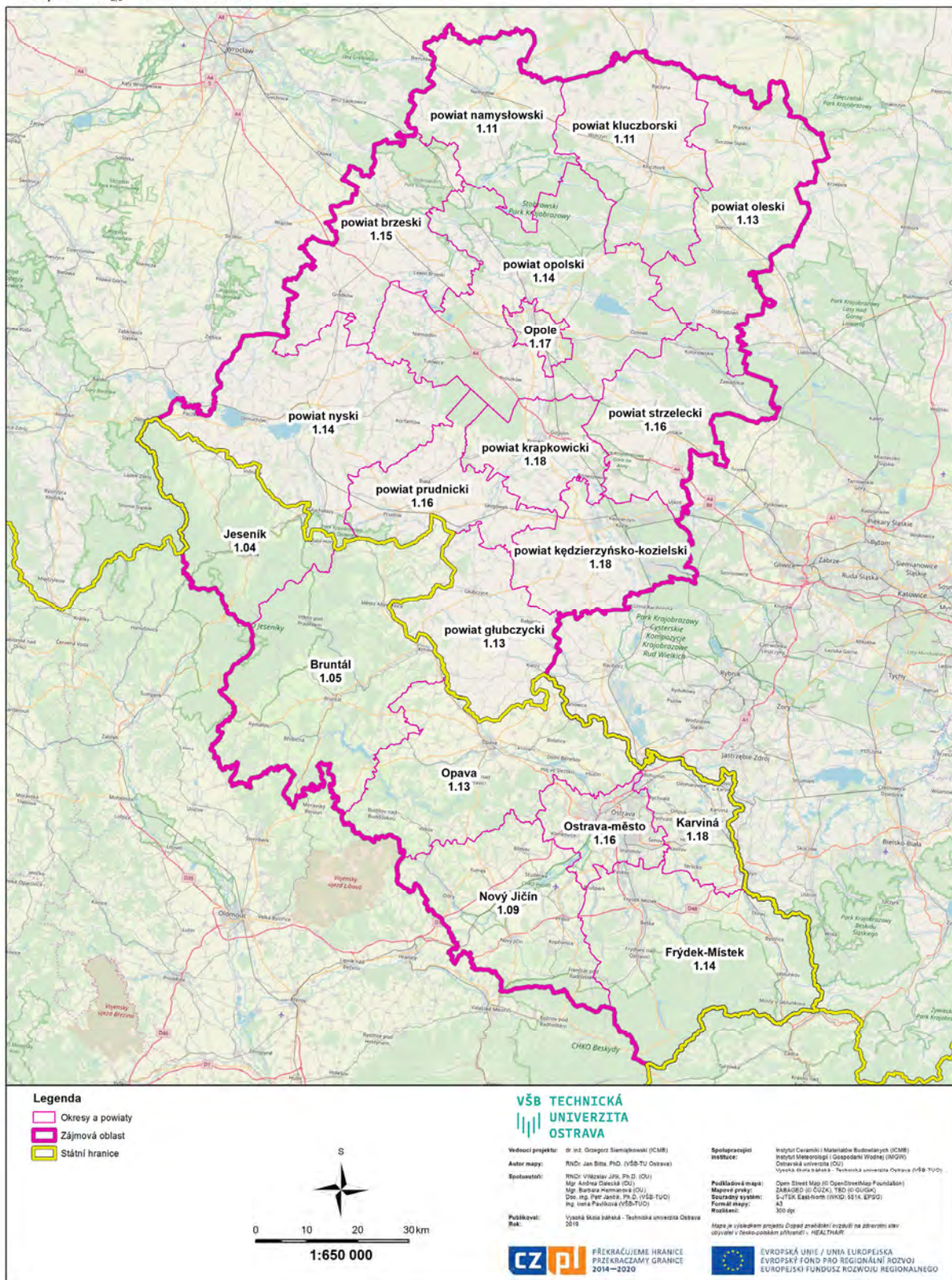


Załącznik nr 13: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci na choroby serca i płuc pod wpływem $PM_{2,5}$ – 2012 rok

Příloha č. 13: Relativní rizika předčasného úmrtí na srdeční a plicní onemocnění vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2012

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA SRDEČNÍ A PLICNÍ ONEMOCNĚNÍ, ROK 2012

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$ ve srovnání s čistou oblastí

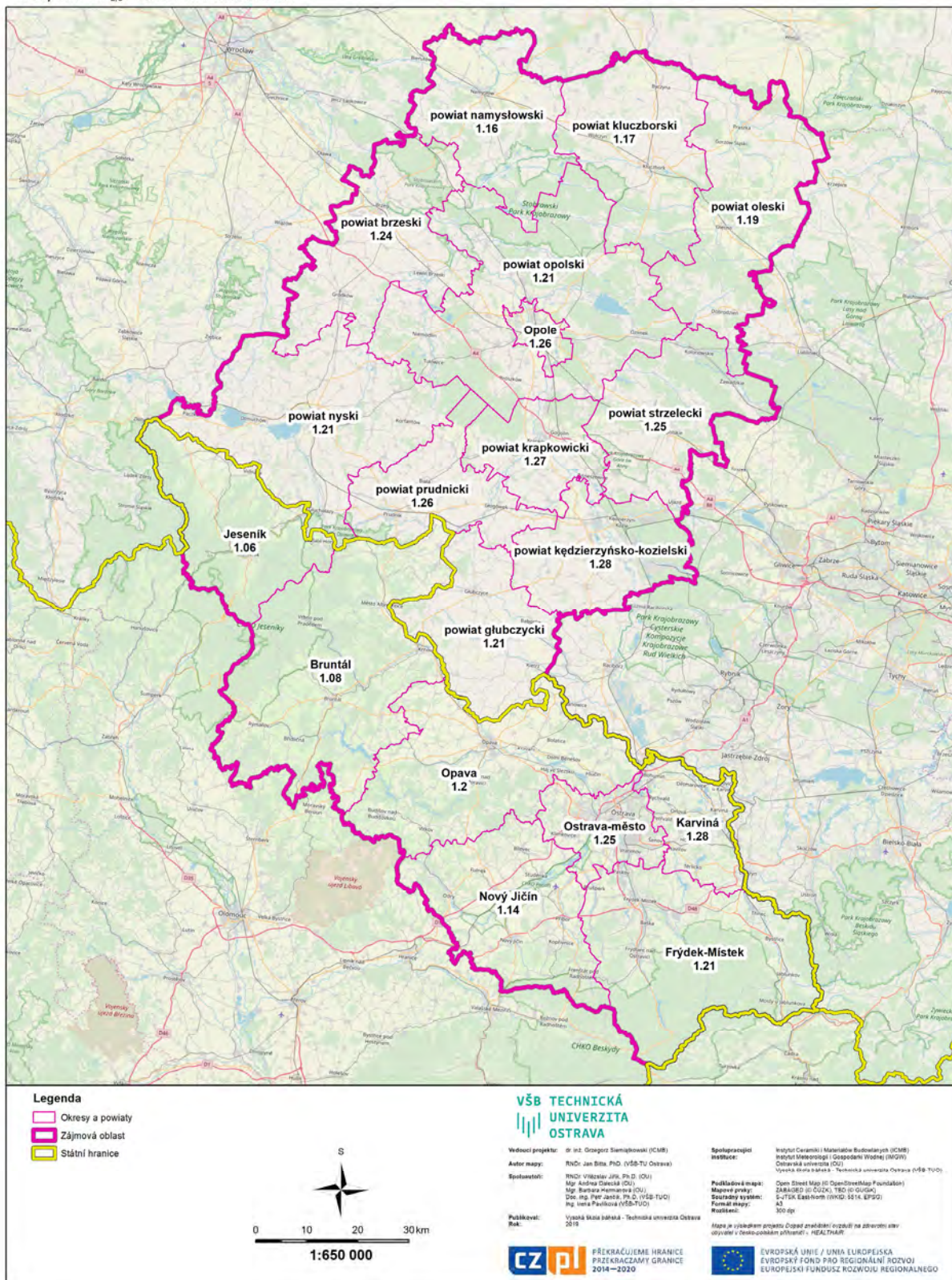


Załącznik nr 14: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci na raka płuc pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ – 2012 rok

Příloha č. 14: Relativní rizika předčasného úmrtí na rakovinu plic vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2012

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA ZHOUBNÝ NOVOTVAR PRŮDUŠNICE, PRŮDUŠEK A PLIC, ROK 2012

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$ ve srovnání s čistou oblastí

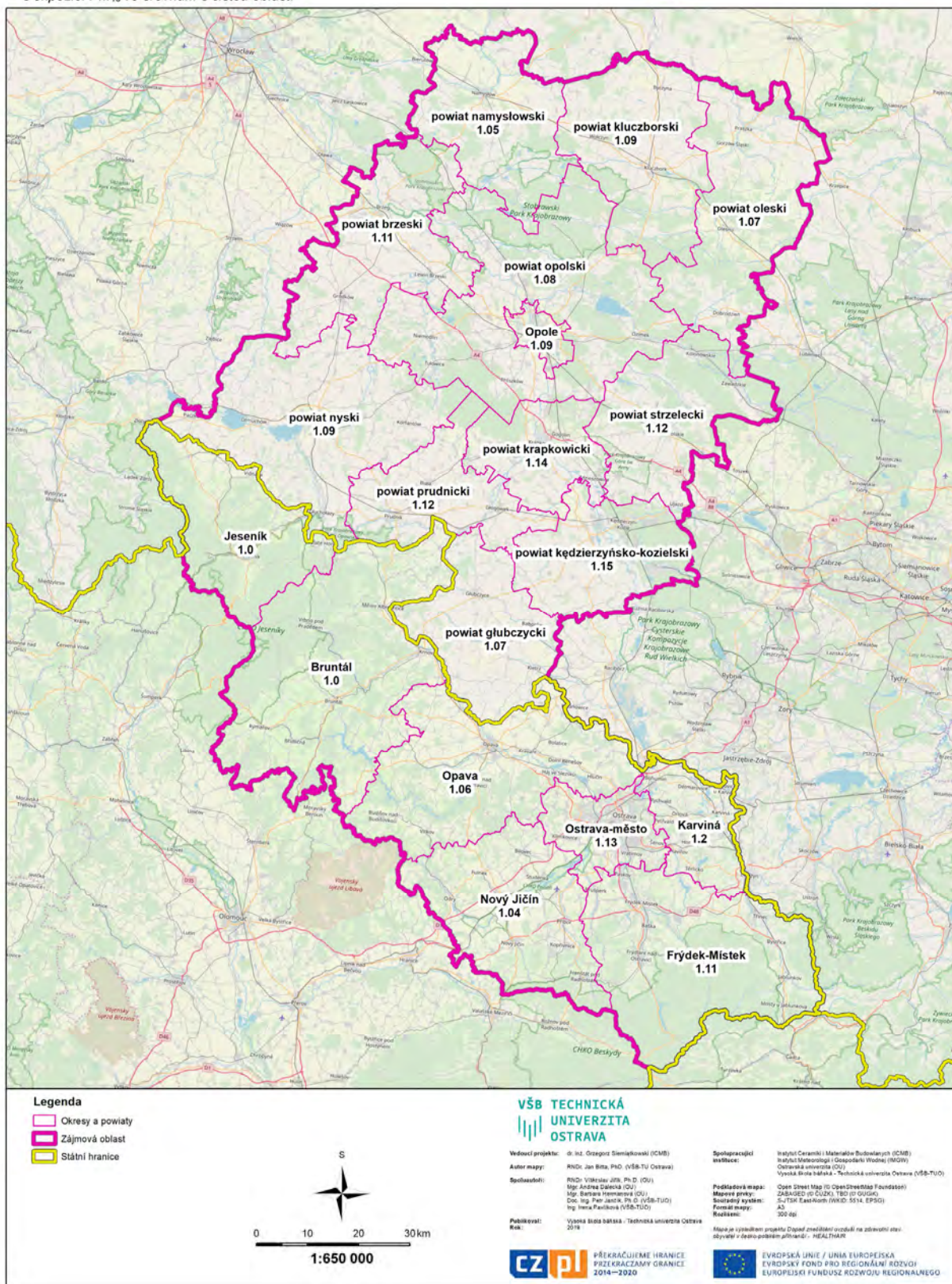


Załącznik nr 15: Ryzyko względne dotyczące występowania zapalenia oskrzeli u dzieci pod wpływem ekspozycji PM_{10} – 2012 rok

Příloha č. 15: Relativní rizika výskytu bronchitid u dětí vlivem expozice PM_{10} pro rok 2012

RELATIVNÍ RIZIKA VÝSKYTU (PREVALENCE) BRONCHITID U DĚTÍ, ROK 2012

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM_{10} ve srovnání s čistou oblastí

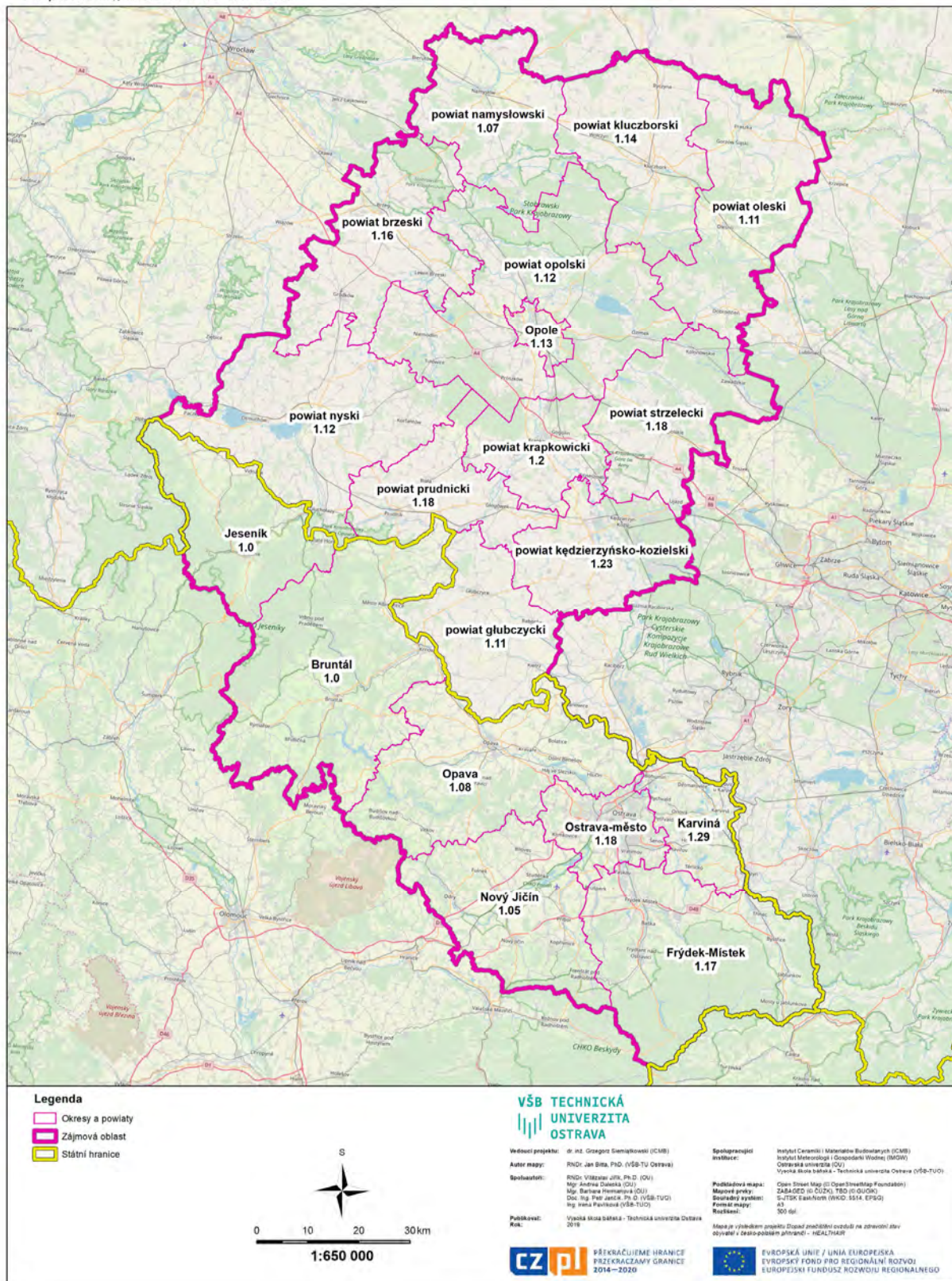


Załącznik nr 16: Ryzyko względne dotyczące występowania zapalenia oskrzeli u dorosłych pod wpływem ekspozycji na PM₁₀ – 2012 rok

Příloha č. 16: Relativní rizika výskytu bronchitid u dospělých vlivem expozice PM₁₀ pro rok 2012

RELATIVNÍ RIZIKA VÝSKYTU (INCIDENCE) BRONCHITID U DOSPĚLÝCH, ROK 2012

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM₁₀ ve srovnání s čistou oblastí

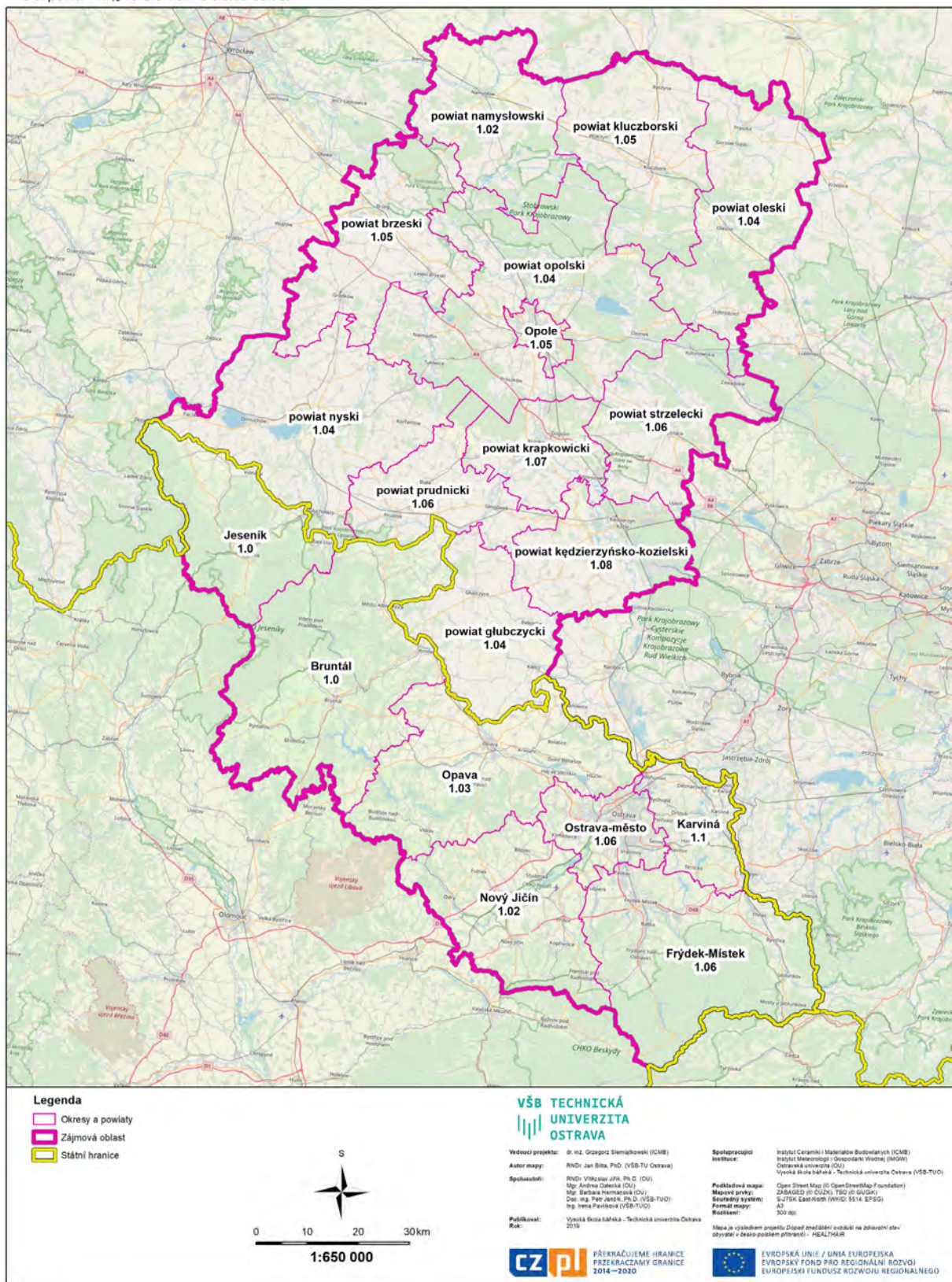


Załącznik nr 17: Ryzyko względne dotyczące postnatalnej śmiertelności pod wpływem ekspozycji na PM_{10} – 2012 rok

Příloha č. 17: Relativní rizika postneonatální úmrtnosti vlivem expozice PM_{10} pro rok 2012

RELATIVNÍ RIZIKA KOJENECKÉ ÚMRTNOSTI, ROK 2012

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM_{10} ve srovnání s čistou oblastí

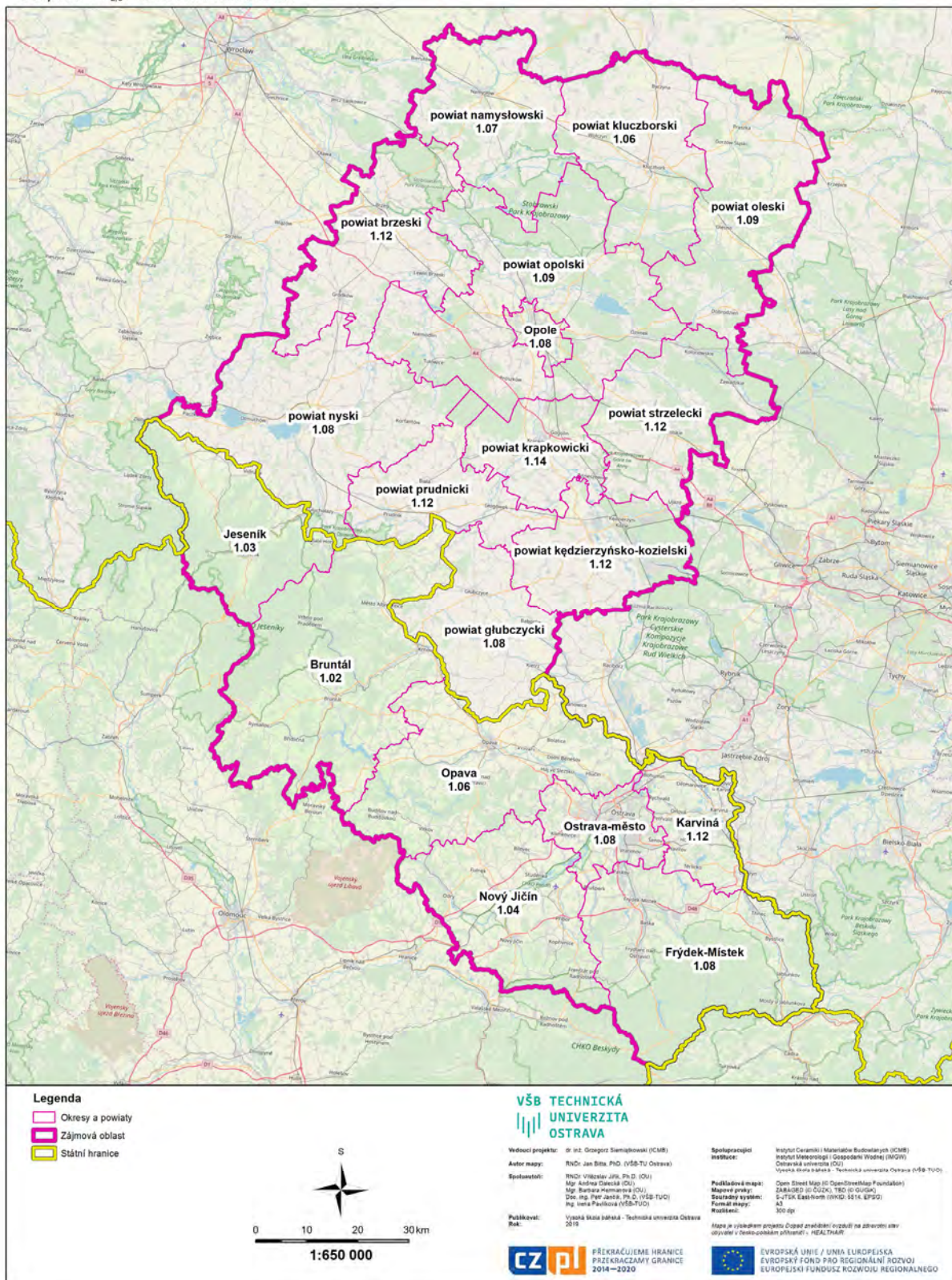


Załącznik nr 18: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na PM_{2,5} – 2017 rok

Příloha č. 18: Relativní rizika předčasného úmrtí na všechny příčiny vlivem expozice PM_{2,5} pro rok 2017

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA VŠECHNY PŘÍČINY, ROK 2017

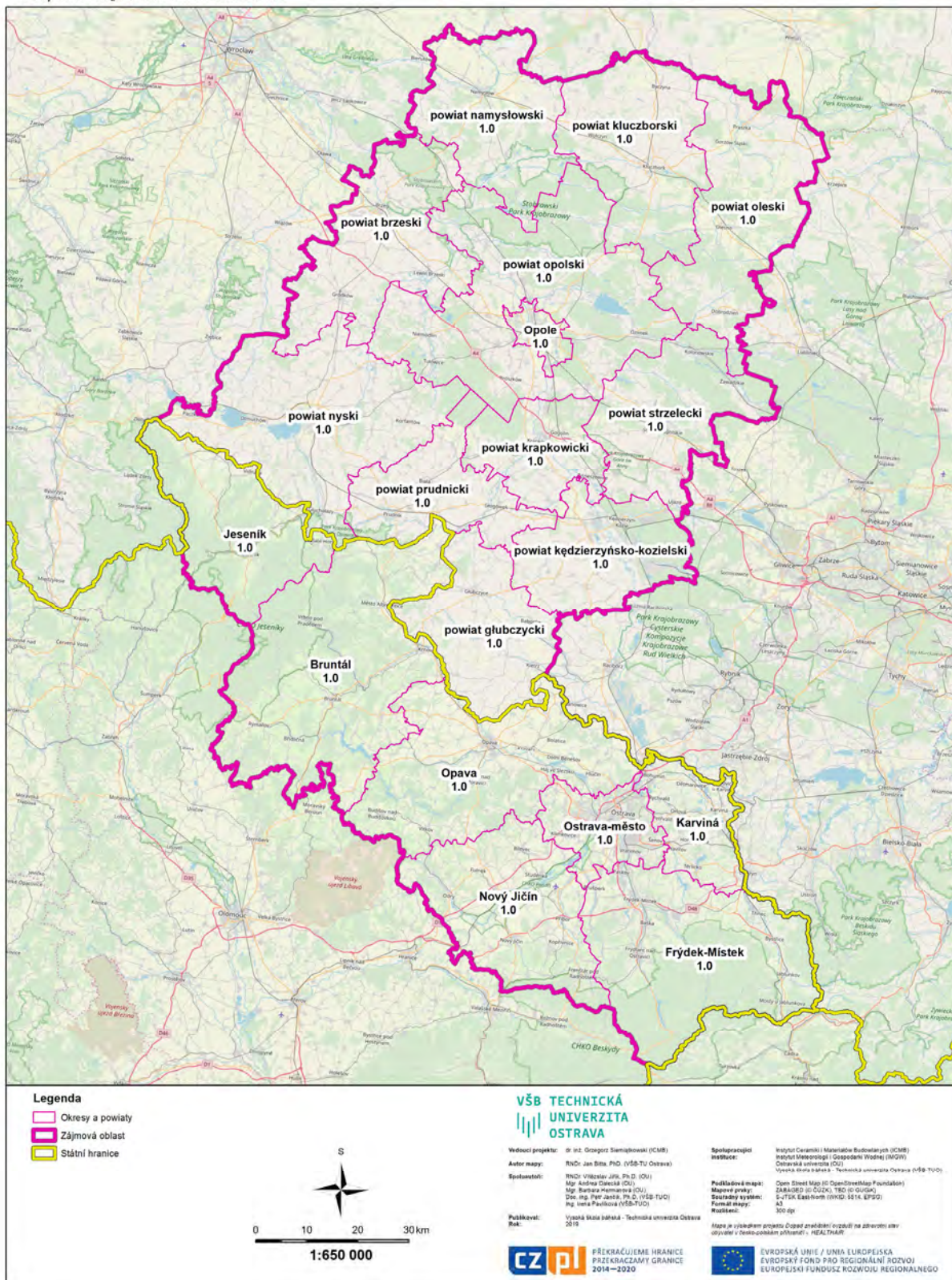
Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM_{2,5} ve srovnání s čistou oblastí



Załącznik nr 19: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na NO₂ – 2017 rok
 Příloha č. 19: Relativní rizika předčasného úmrtí na všechny příčiny vlivem expozice NO₂ pro rok 2017

**RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ
 NA VŠECHNY PŘÍČINY, ROK 2017**

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí NO₂ ve srovnání s čistou oblastí

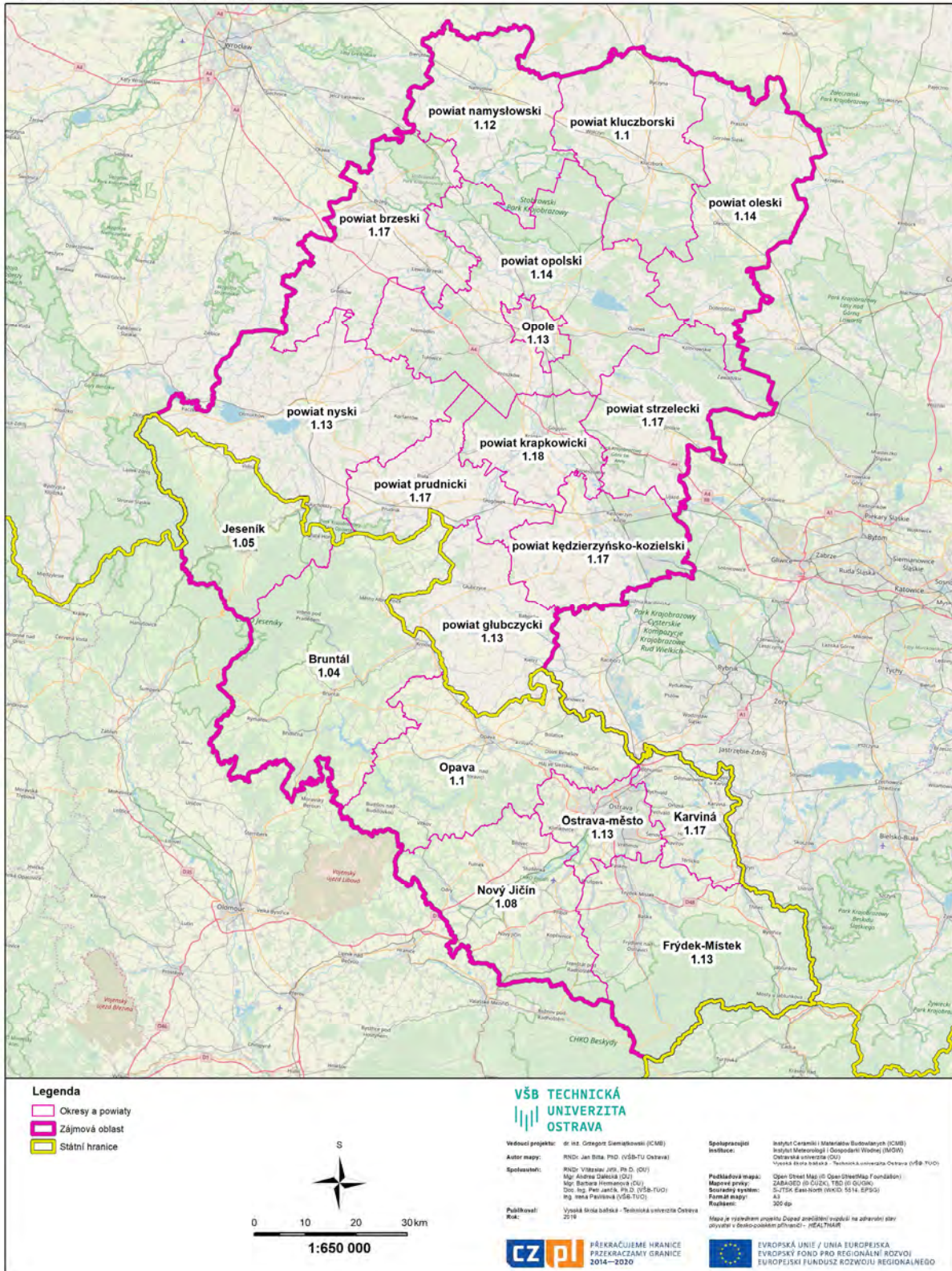


Załącznik nr 20: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci na choroby serca i płuc pod wpływem $PM_{2,5}$ – 2017 rok

Příloha č. 20: Relativní rizika předčasného úmrtí na srdeční a plicní onemocnění vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2017

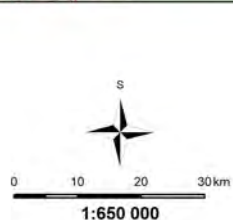
RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA SRDEČNÍ A PLICNÍ ONEMOCNĚNÍ, ROK 2017

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$ ve srovnání s čistou oblastí



Legenda

- Okresy a powiaty
- Zájmová oblast
- Státní hranice



VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Vedoucí projektu: dr. inž. Otagor Sieniackowski (ICMB)
 Autor mapy: RNDr. Jan Bittá PhD. (VŠB-TU Ostrava)
 Spolupracovníci: RNDr. Vítězslav Jirá, Ph.D. (OU)
 Mgr. Andrea Čapková (OU)
 Mgr. Barbara Hermanová (OU)
 Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D. (VŠB-TUO)
 Ing. Jana Pavlovská (VŠB-TUO)
 Publikoval: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
 Rok: 2018

Spolupracovníci instituce: Institut Ceramiki i Materiałów Budowlanych (ICMB)
 Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW)
 Ostravská univerzita (OU)
 Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (VŠB-TUO)
 Publikátořská práva: Opatřeno Místní (Op) (Národního Fondu)
 Mapový prvek: ZABAGED (S DÚK), TRD (S DÚK)
 Systémový prvek: SUTER, Geo-North (WIKID, 55.14, EPSG)
 Formát mapy: A3
 Rozměr: 300 dpi

Mapa je výsledkem projektu Doplňkové prostředky k rozvoji a zmodernizaci stávajícího vektorového prostředí – HEALTHAIR

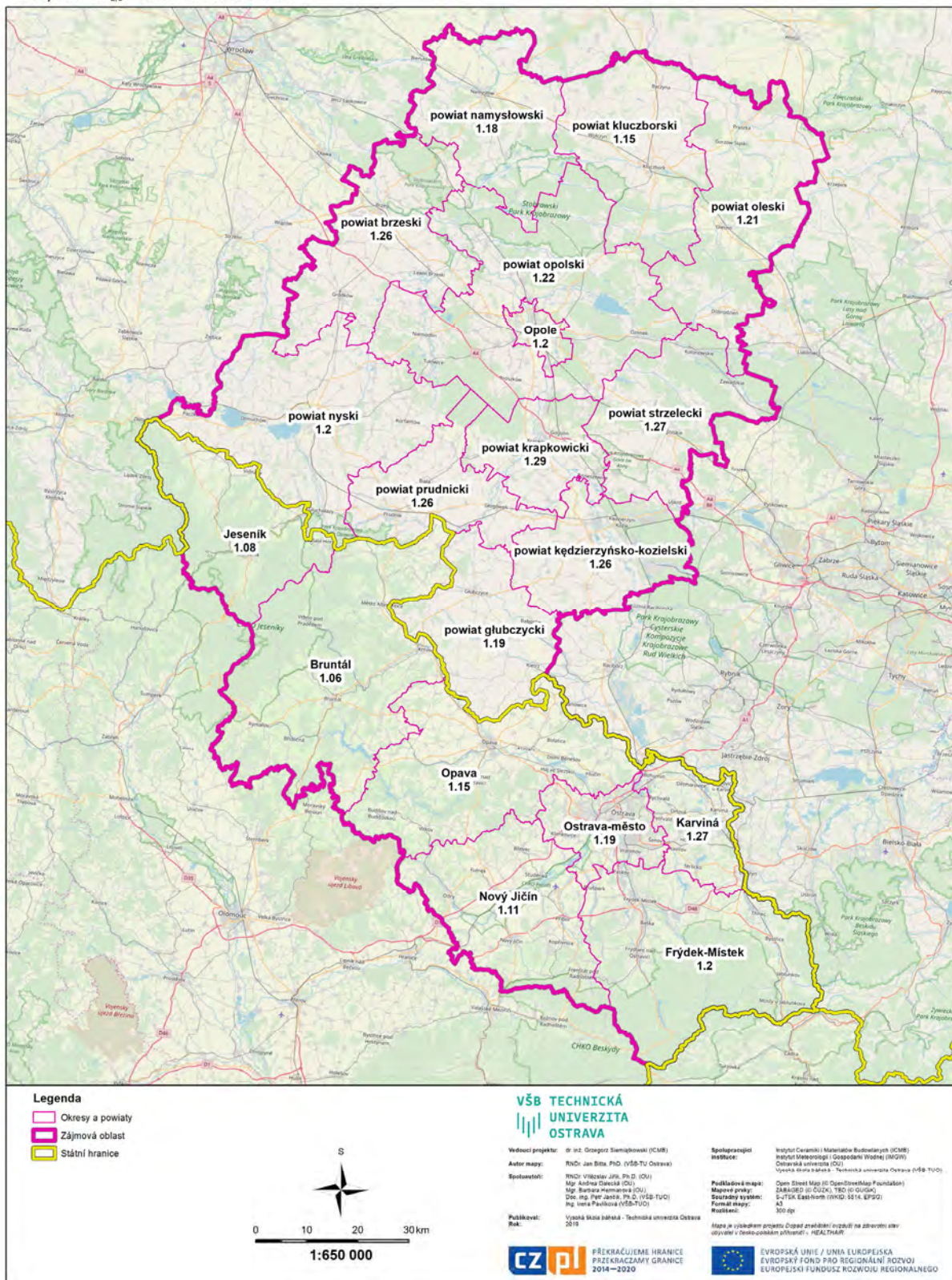


Załącznik nr 21: Ryzyko względne dotyczące przedwczesnej śmierci na raka płuc pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ – 2017 rok

Příloha č. 21: Relativní rizika předčasného úmrtí na rakovinu plic vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2017

RELATIVNÍ RIZIKA PŘEDČASNÉHO ÚMRTÍ NA ZHOUBNÝ NOVOTVAR PRŮDUŠNICE, PRŮDUŠEK A PLIC, ROK 2017

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$ ve srovnání s čistou oblastí

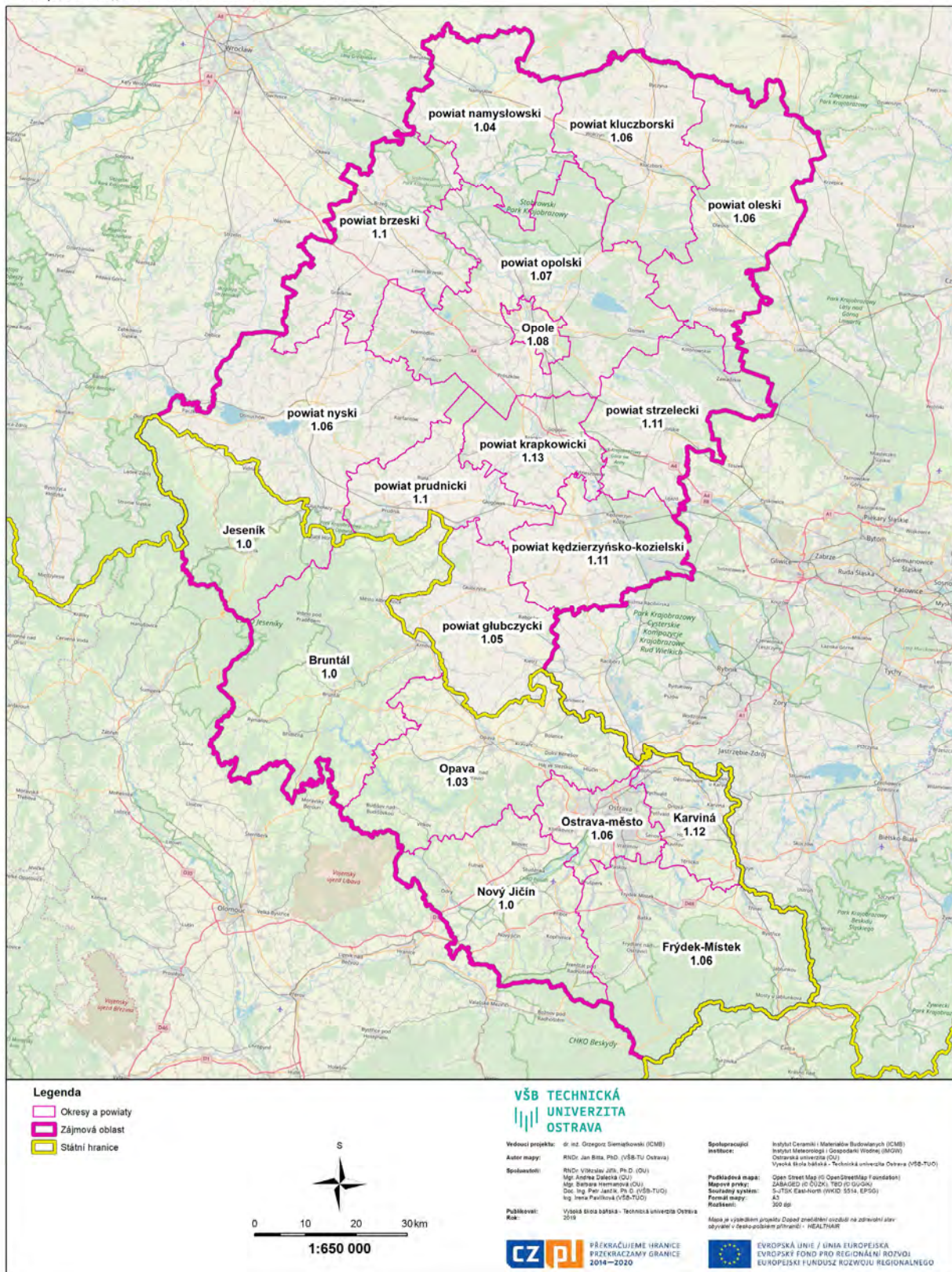


Załącznik nr 22: Ryzyko względne dotyczące występowania zapalenia oskrzeli u dzieci pod wpływem ekspozycji na PM_{10} – 2017 rok

Příloha č. 22: Relativní rizika výskytu bronchitid u dětí vlivem expozice PM_{10} pro rok 2017

RELATIVNÍ RIZIKA VÝSKYTU (PREVALENCE) BRONCHITID U DĚTÍ, ROK 2017

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM_{10} ve srovnání s čistou oblastí

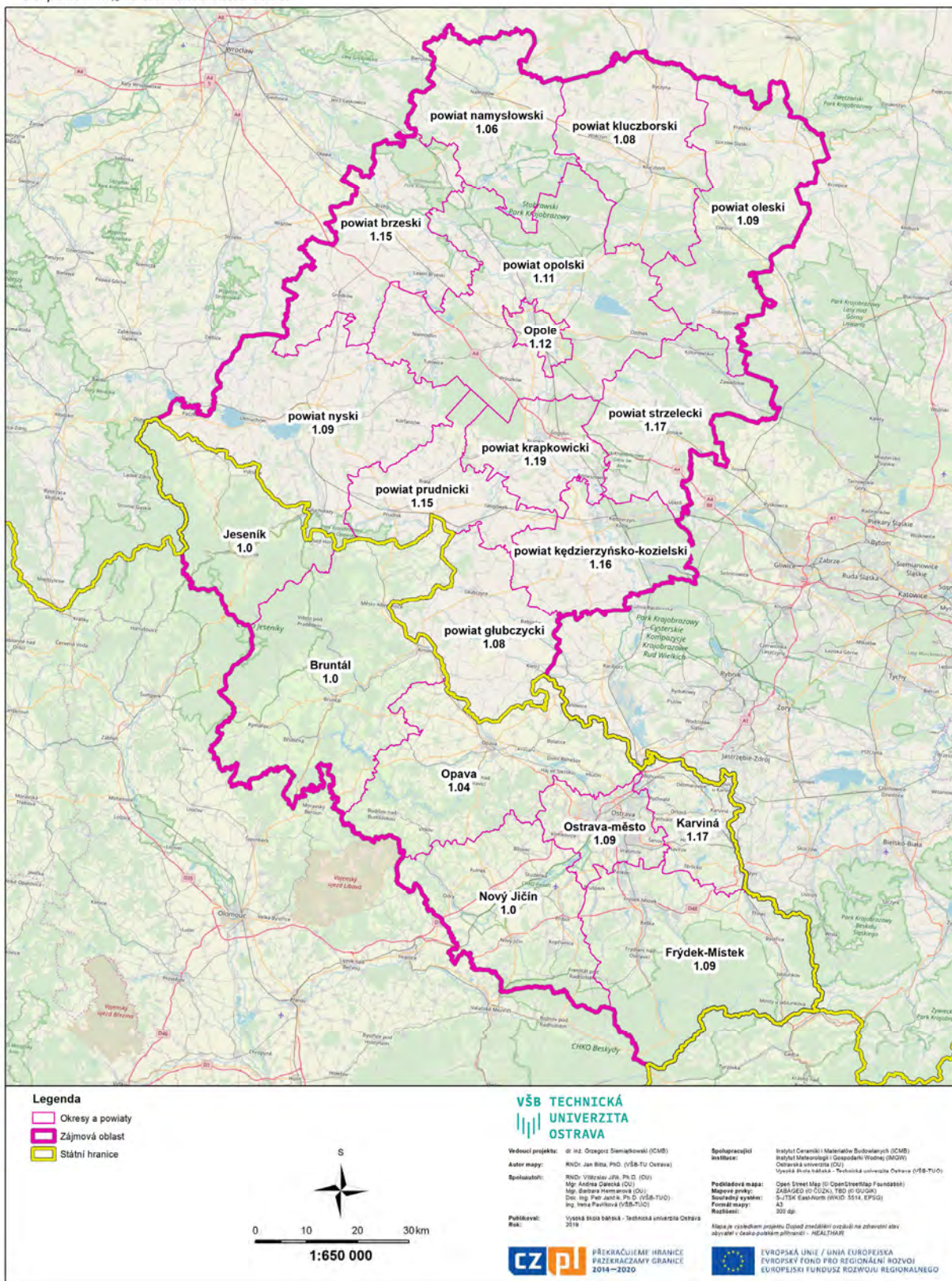


Załącznik nr 23: Ryzyko względne dotyczące występowania zapalenia oskrzeli u dorosłych pod wpływem ekspozycji na PM₁₀ – 2017 rok

Příloha č. 23: Relativní rizika výskytu bronchitid u dospělých vlivem expozice PM₁₀ pro rok 2017

RELATIVNÍ RIZIKA VÝSKYTU (INCIDENCE) BRONCHITID U DOSPĚLÝCH, ROK 2017

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM₁₀ ve srovnání s čistou oblastí

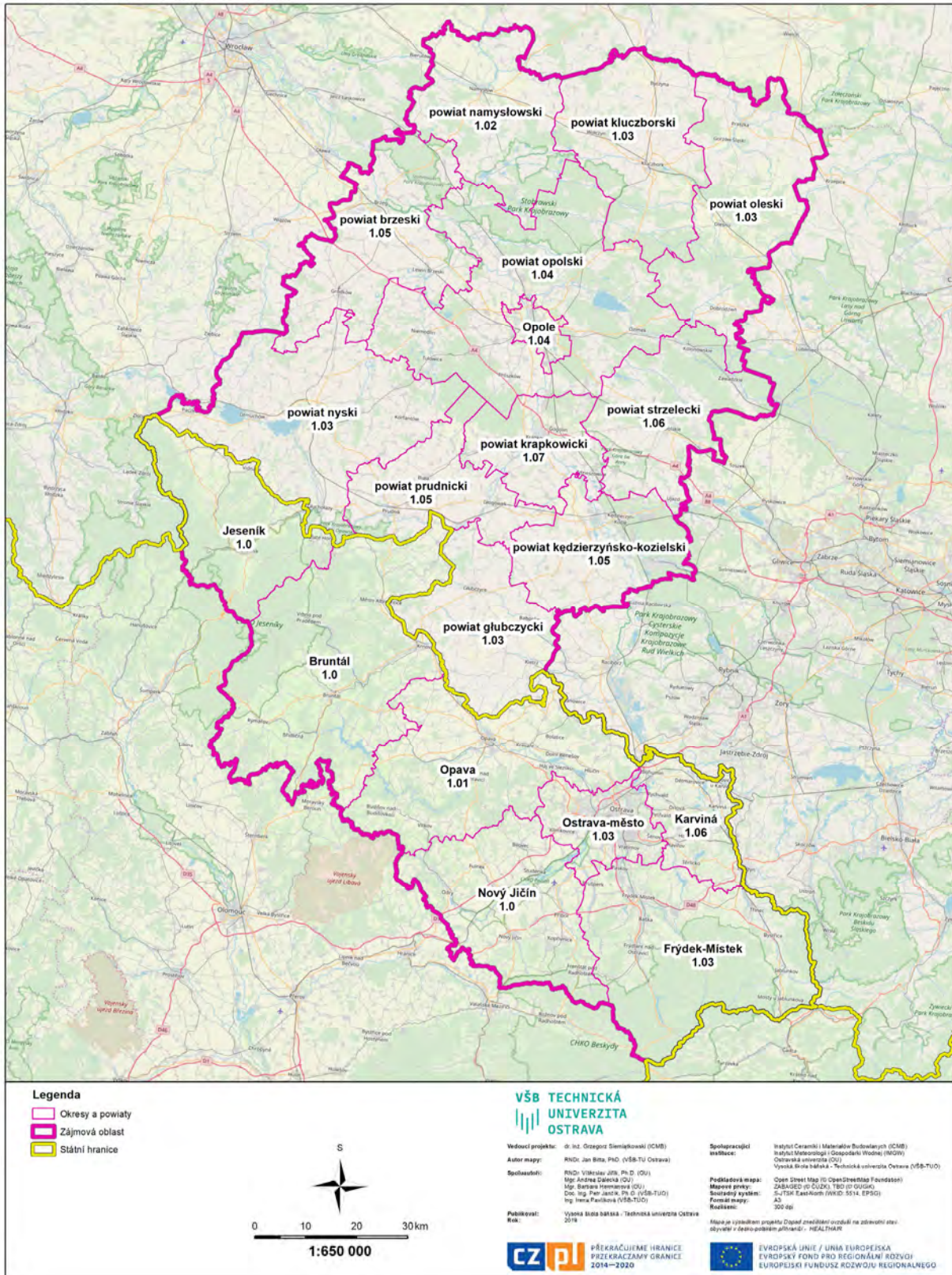


Załącznik nr 24: Ryzyko względne dotyczące postnatalnej śmiertelności pod wpływem ekspozycji na PM₁₀ – 2017 rok

Příloha č. 24: Relativní rizika postneonatální úmrtnosti vlivem expozice PM₁₀ pro rok 2017

RELATIVNÍ RIZIKA KOJENECKÉ ÚMRTNOSTI, ROK 2017

Předpokládané zvýšení rizika vyjádřené jako násobek v souvislosti s expozicí PM₁₀ ve srovnání s čistou oblastí

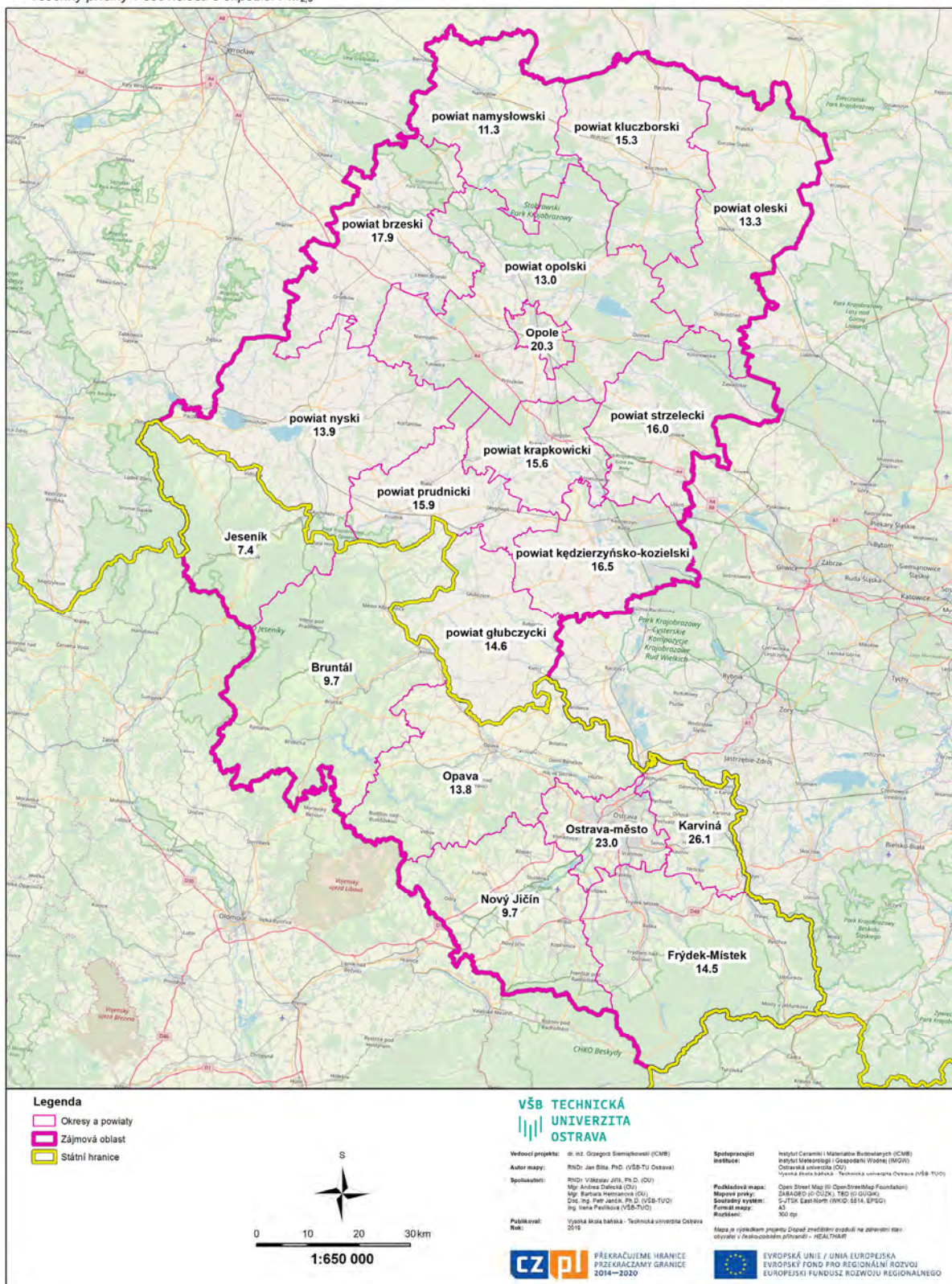


Załącznik nr 25: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na PM_{2,5} – 2007 rok

Příloha č. 25: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími na všechny příčiny vlivem expozice PM_{2,5} pro rok 2007

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2007

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL) -
- všechny příčiny v souvislosti s expozicí PM_{2,5}

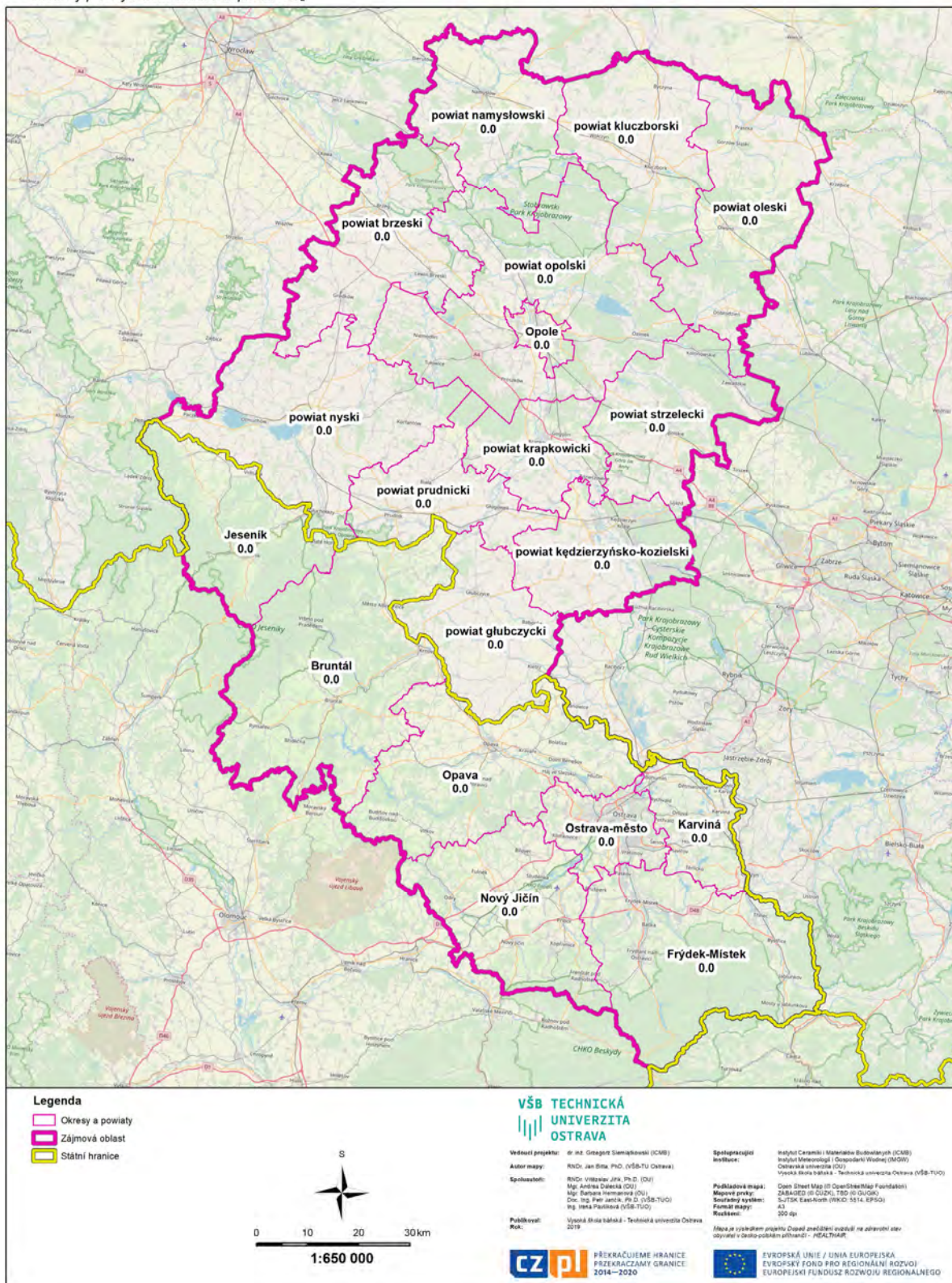


Załącznik nr 26: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na NO₂ – 2007 rok

Příloha č. 26: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími na všechny příčiny vlivem expozice NO₂ pro rok 2007

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2007

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL) -
- všechny příčiny v souvislosti s expozicí NO₂

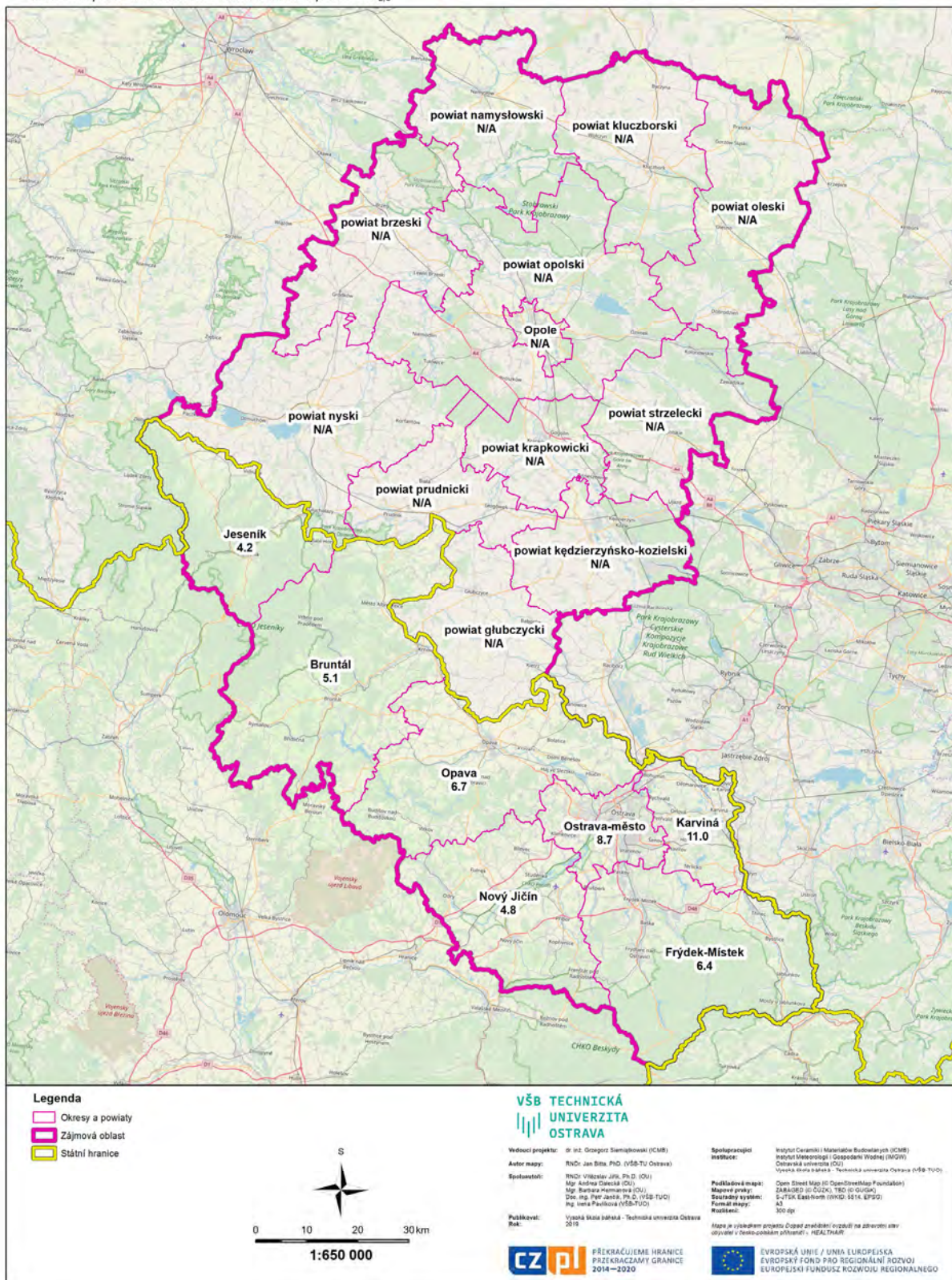


Załącznik nr 27: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami na choroby serca i płuc pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ – 2007 rok

Příloha č. 27: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími na srdeční a plicní onemocnění vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2007

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2007

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL) -
- srdeční a plicní onemocnění v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$

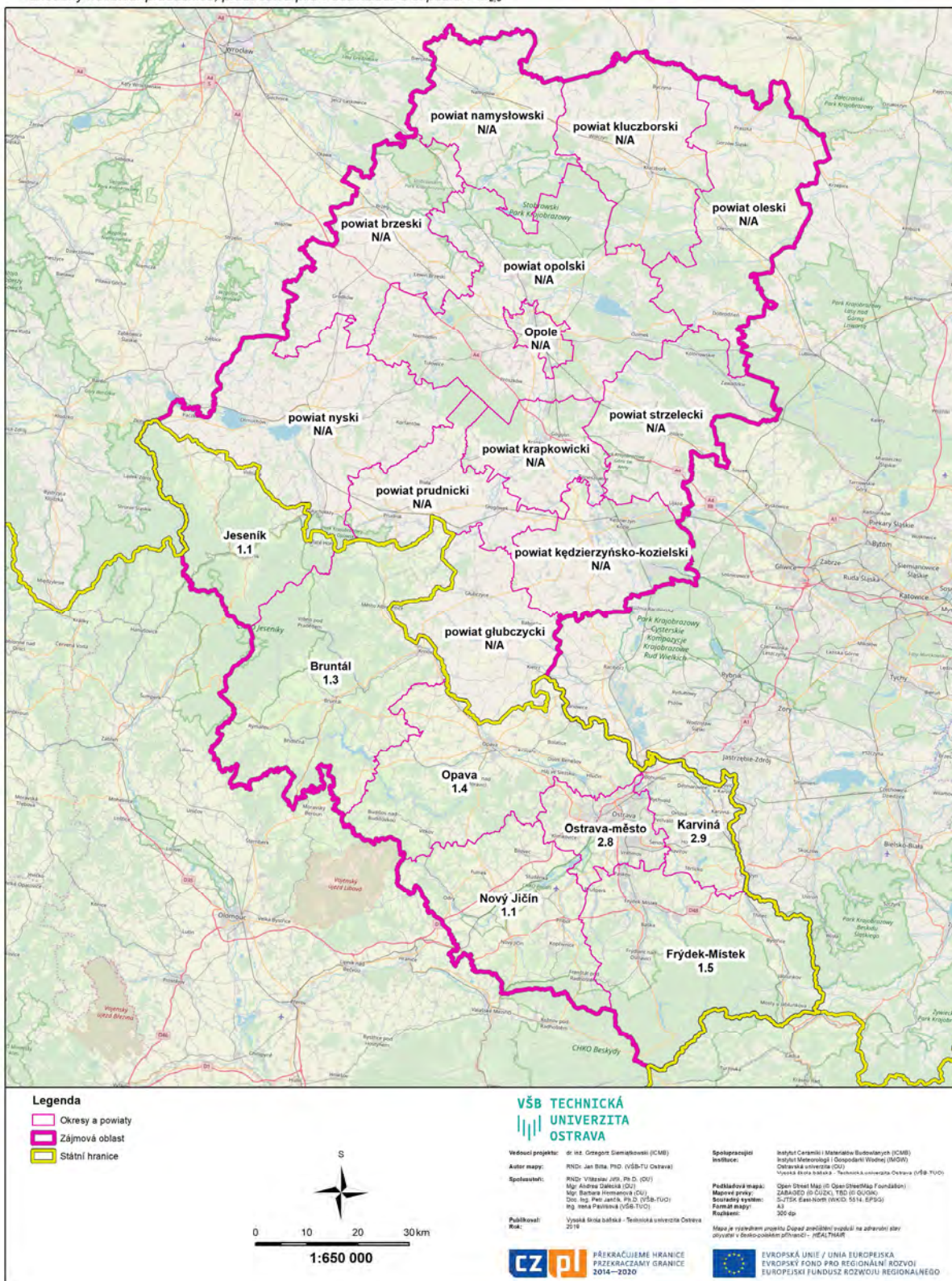


Załącznik nr 28: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami i zapadalnością na raka plic pod wpływem ekspozycji na $PM_{2.5}$ – 2007 rok

Příloha č. 28: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími a onemocněním na rakovinu plic vlivem expozice $PM_{2.5}$ pro rok 2007

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2007

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím a roky života strávené v nemoci (DALY) -
- zhoubný novotvar průdušnice, průdušek a plic v souvislosti s expozicí $PM_{2.5}$

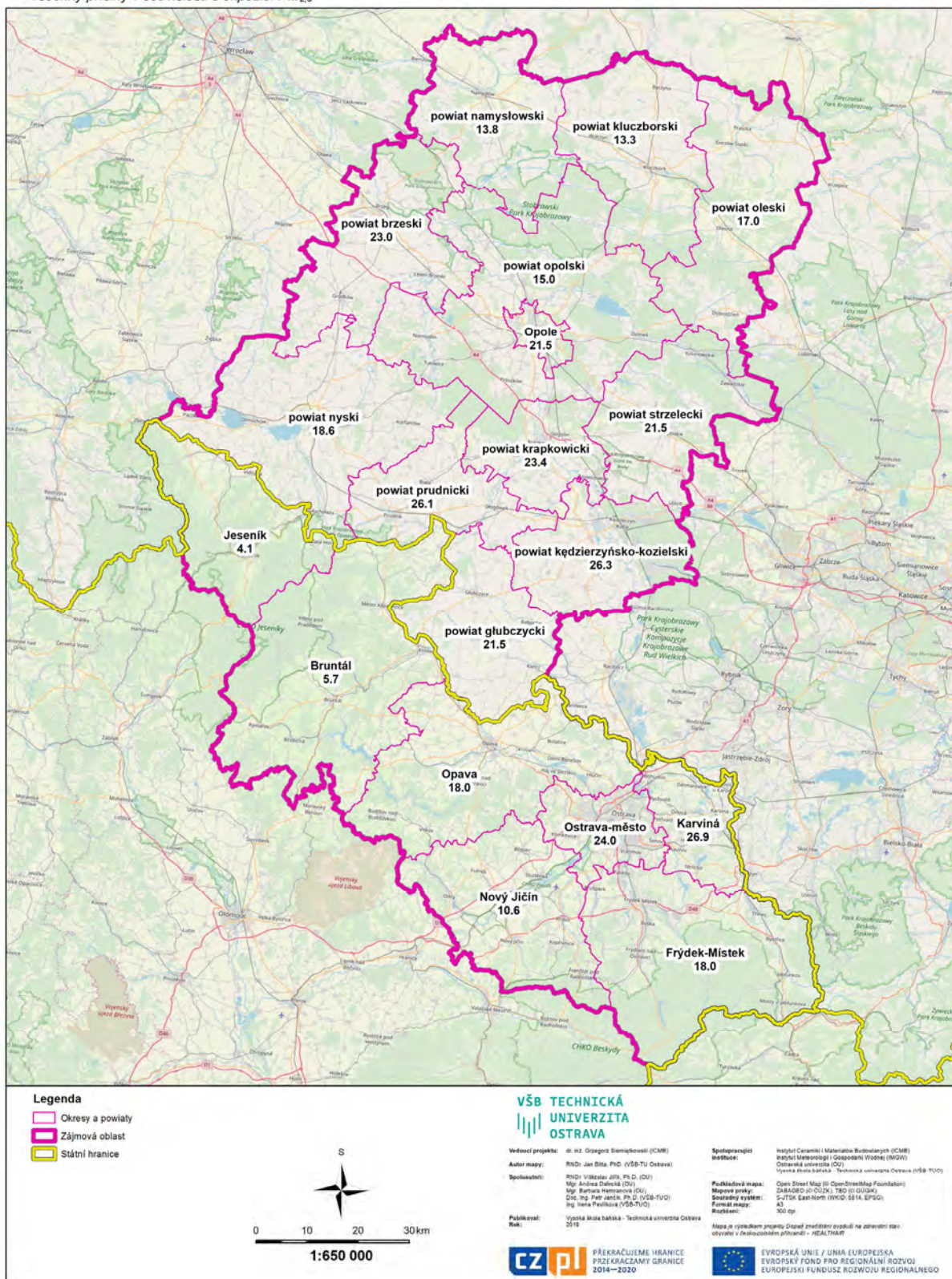


Zalúčnik nr 29: Občiazenie ludnosti zviazane z przedczesnymi zgonami ze wszystkich przyczyn pod wplywem ekspozycji na $PM_{2.5}$ – 2012 rok

Příloha č. 29: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími na všechny příčiny vlivem expozice $PM_{2.5}$ pro rok 2012

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2012

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL) -
- všechny příčiny v souvislosti s expozicí $PM_{2.5}$

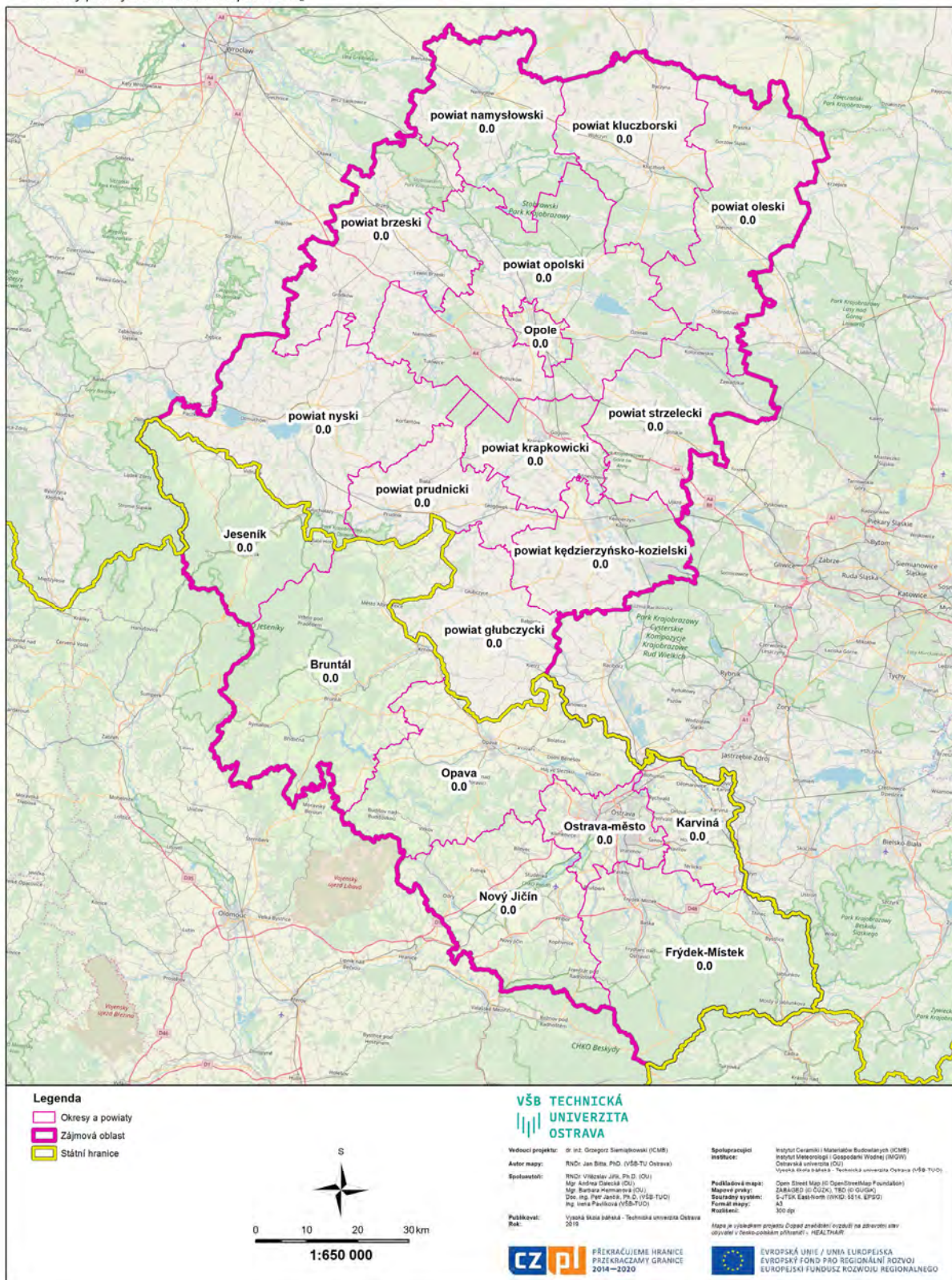


Załącznik nr 30: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na NO₂ – 2012 rok

Příloha č. 30: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími na všechny příčiny vlivem expozice NO₂ pro rok 2012

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2012

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL) -
- všechny příčiny v souvislosti s expozicí NO₂

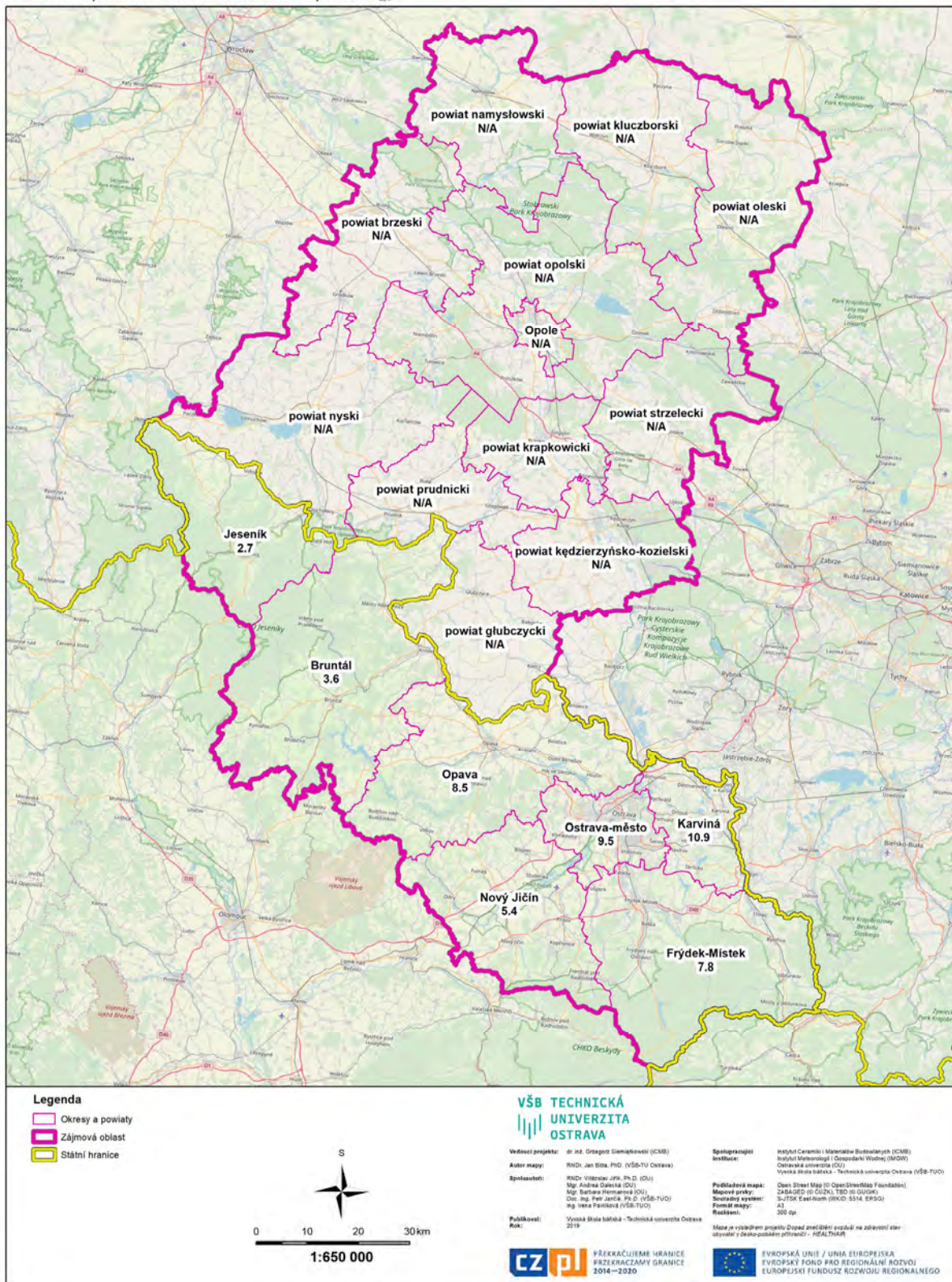


Załącznik nr 31: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami i zapadalnością na choroby serca i płuc pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ – 2012 rok

Příloha č. 31: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími a onemocněním na srdeční a plicní nemoci vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2012

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2012

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím a roky života strávené v nemoci (DALY) - srdeční a plicní onemocnění v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$

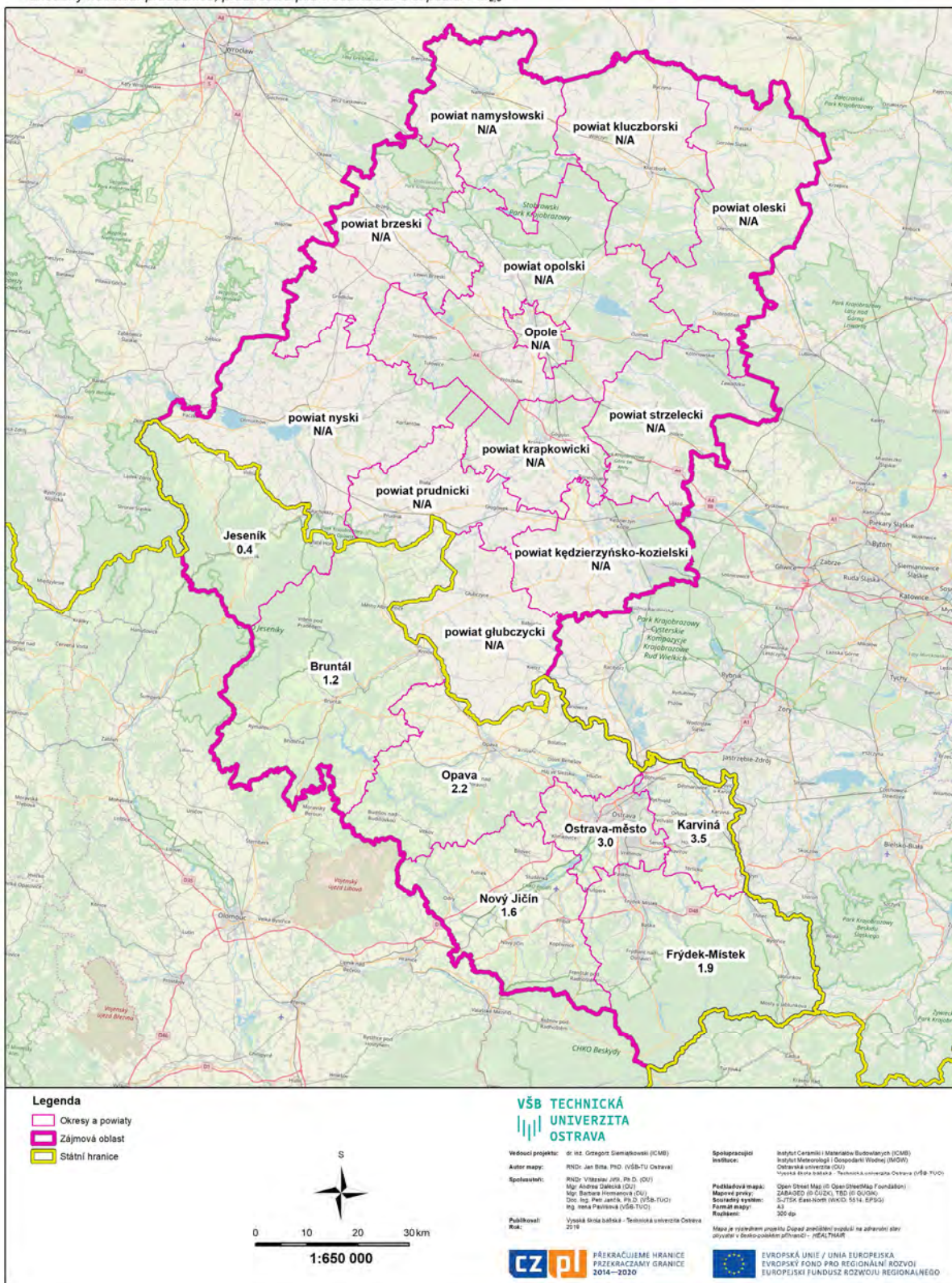


Załącznik nr 32: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami i zapadalnością na raka plic pod wpływem ekspozycji na $PM_{2.5}$ – 2012 rok

Příloha č. 32: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími a onemocněním na rakovinu plic vlivem expozice $PM_{2.5}$ pro rok 2012

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2012

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím a roky života strávené v nemoci (DALY) - zhoubný novotvar průdušnice, průdušek a plic v souvislosti s expozicí $PM_{2.5}$

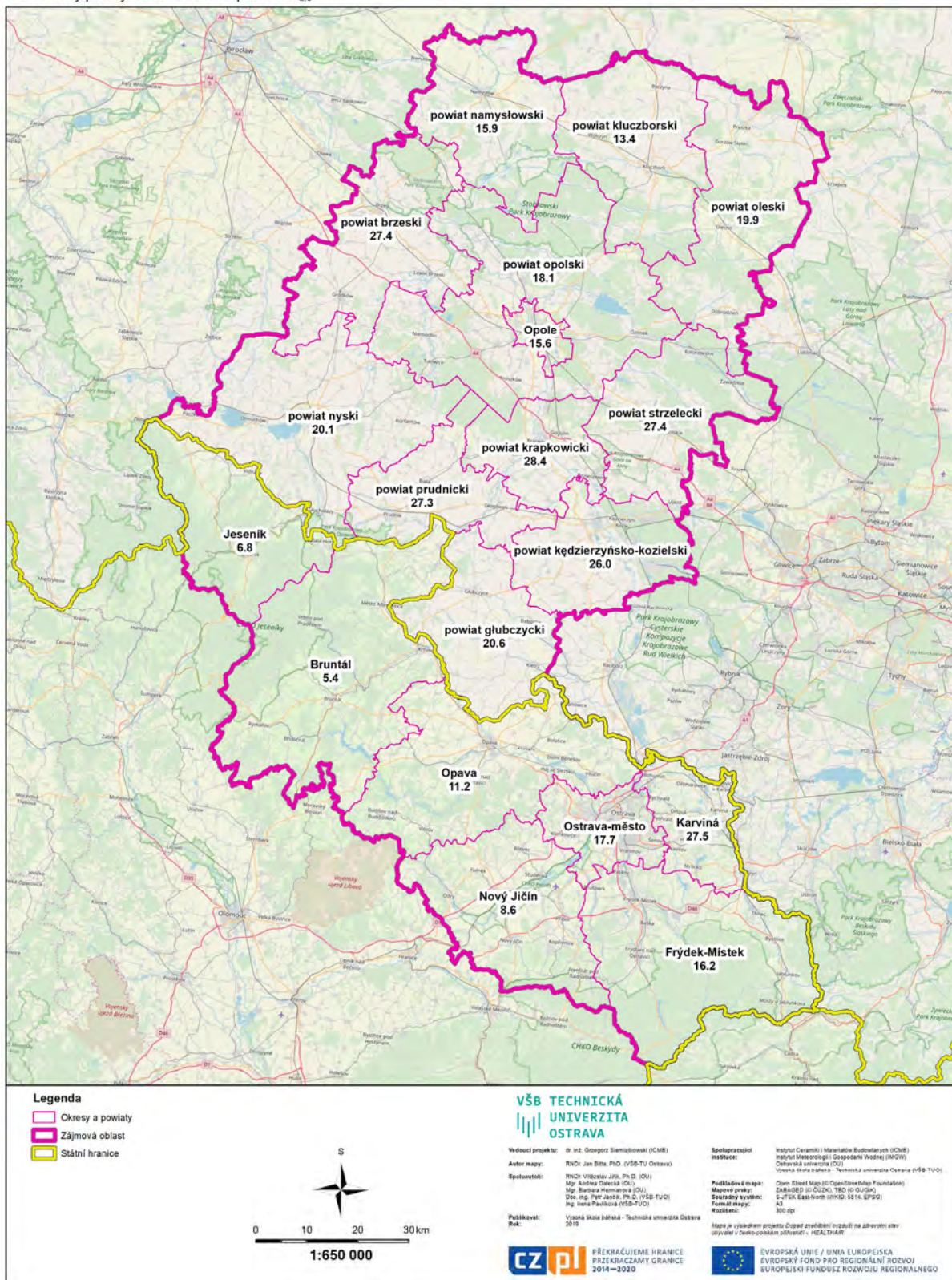


Załącznik nr 33: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ – 2017 rok

Příloha č. 33: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími na všechny příčiny vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2017

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2017

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL) -
- všechny příčiny v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$

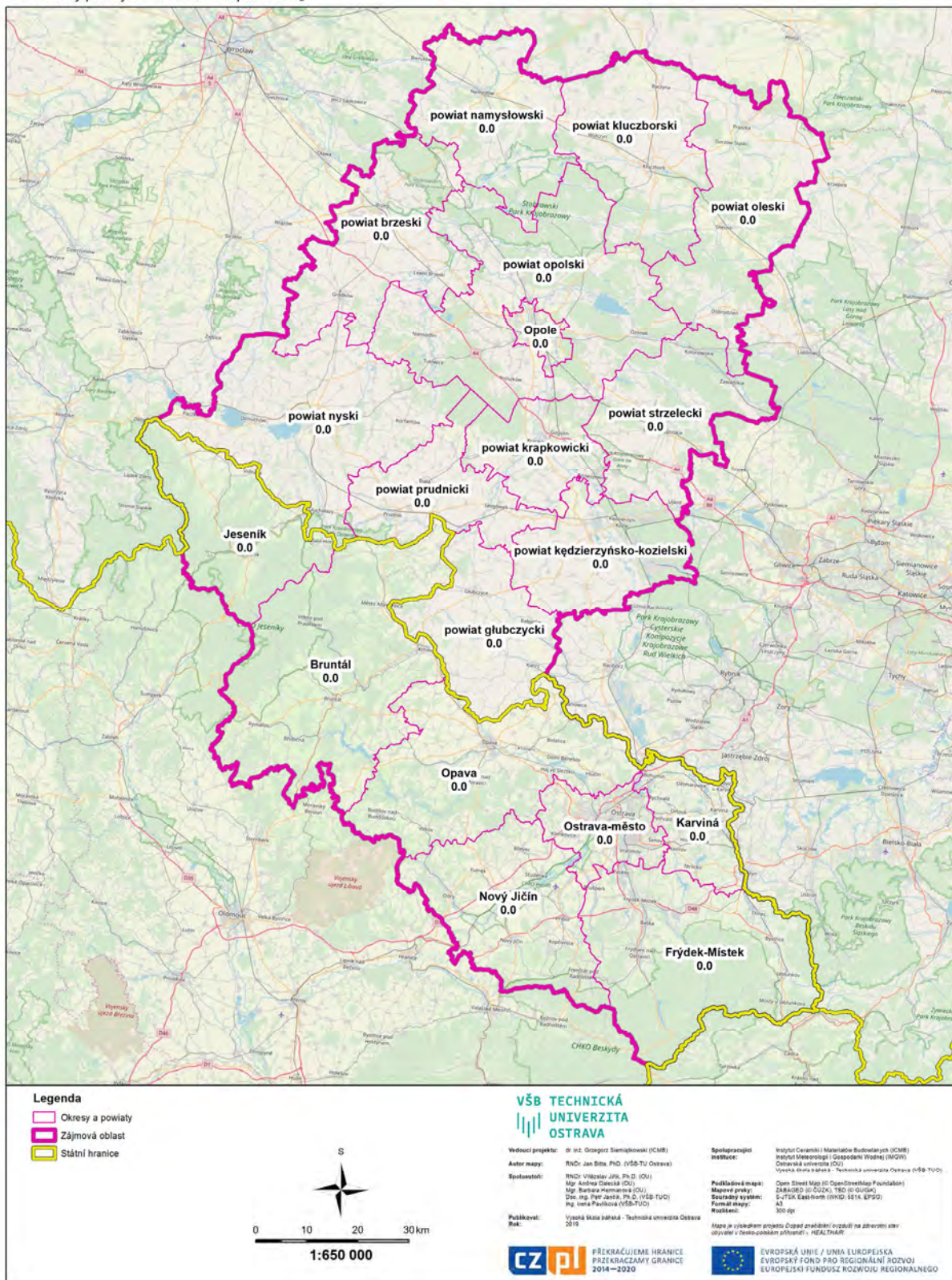


Załącznik nr 34: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na NO₂ – 2017 rok

Příloha č. 34: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími na všechny příčiny vlivem expozice NO₂ pro rok 2017

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2017

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím (YLL) -
- všechny příčiny v souvislosti s expozicí NO₂

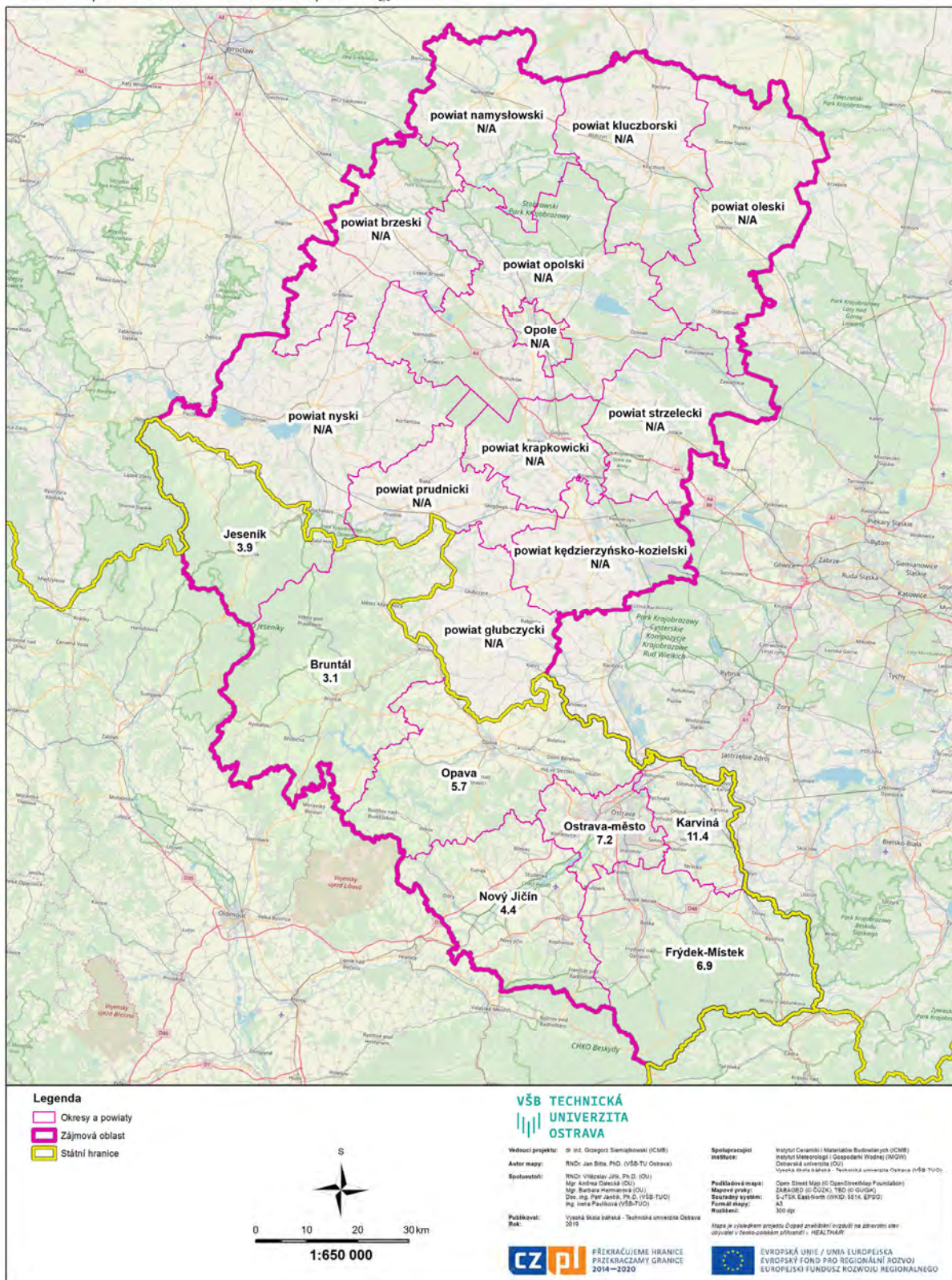


Załącznik nr 35: Obciążenie ludności związane z przedwczesnymi zgonami i zapadalnością na choroby serca i płuc pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ – 2017 rok

Příloha č. 35: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími a onemocněním na srdeční a plicní nemoci vlivem expozice $PM_{2,5}$ pro rok 2017

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2017

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím a roky života strávené v nemoci (DALY) - srdeční a plicní onemocnění v souvislosti s expozicí $PM_{2,5}$

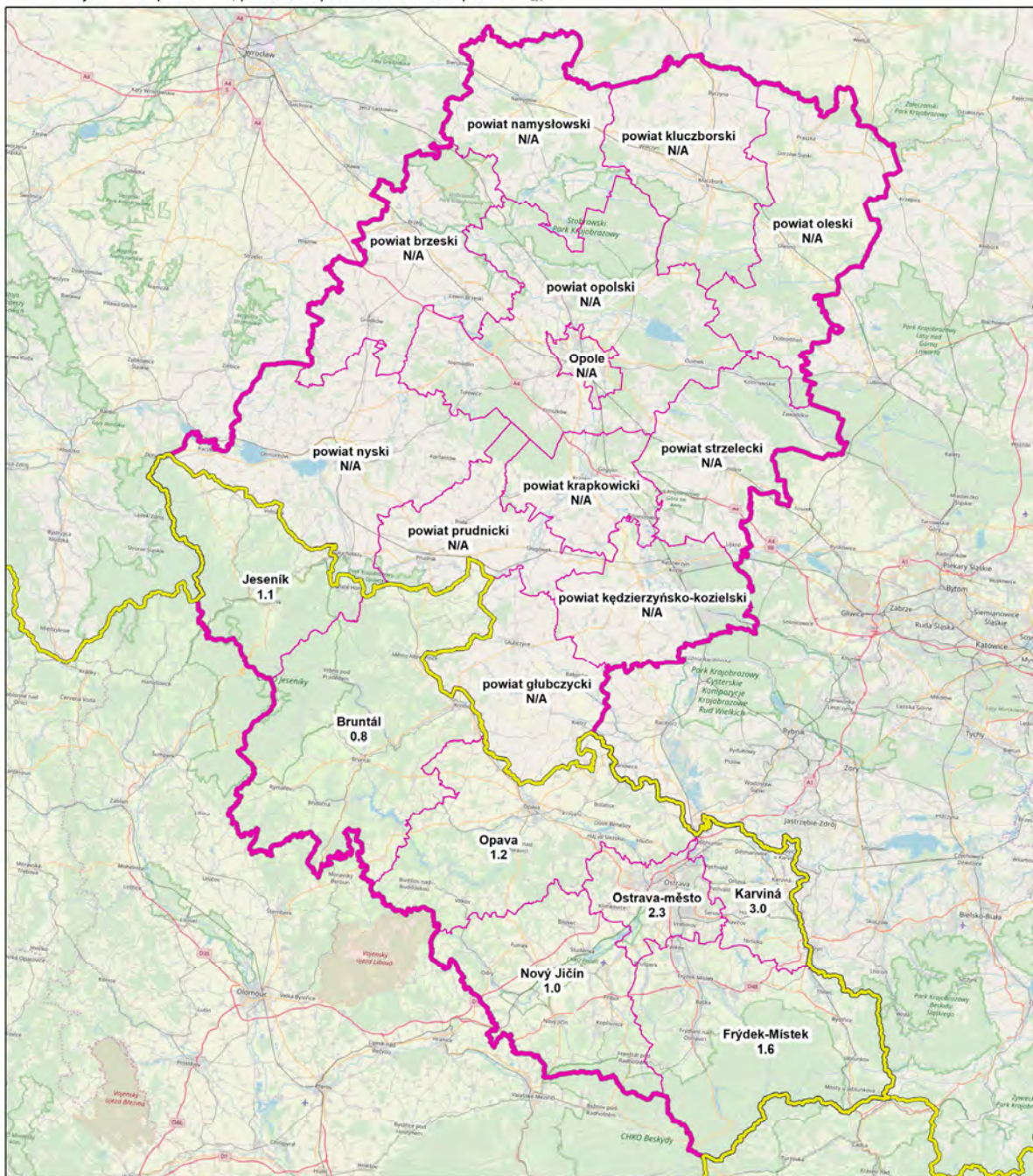


Załącznik nr 36: Obciążenie ludności związane z przedczesnymi zgonami i zapadalnością na raka plic pod wpływem ekspozycji na $PM_{2.5}$ – 2017 rok

Příloha č. 36: Zátěž obyvatelstva související s předčasnými úmrtími a onemocněním na rakovinu plic vlivem expozice $PM_{2.5}$ pro rok 2017

ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA SOUVISEJÍCÍ S PŘEDČASNÝMI ÚMRTÍMI, ROK 2017

Ztracené roky života způsobené předčasným úmrtím a roky života strávené v nemoci (DALY) - zhoubný novotvar průdušnice, průdušek a plic v souvislosti s expozicí $PM_{2.5}$



Legenda

- Okresy a powiaty
- Zájmová oblast
- Státní hranice



VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Vedoucí projektu: dr. Inz. Otagor Štírníková (ICMB)
 Autor mapy: RNDr. Jan Bítla PhD (VŠB-TU Ostrava)
 Spolupracovníci: RNDr. Vítězslav Jiráň, Ph.D. (OK)
 Mgr. Andrea Dalková (OU)
 Mgr. Barbara Homolová (OU)
 Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D. (VŠB-TUO)
 Ing. Jitka Pávková (VŠB-TUO)
 Publikováno: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
 Rok: 2018

Spolupracovníci instituce: Institut Ceramiki i Materiałów Budowlanych (ICMB)
 Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW)
 Ostravská univerzita (OU)
 Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (VŠB-TUO)

Podkladová mapa: Open Street Map (© OpenStreetMap Foundation)
 Měřítko mapy: ZÁKLADNÍ (1:50 000), 1:50 000
 Soutěžný systém: SUTER East-North (WIKID: 5514_EPSG)
 Formát mapy: Raster
 Rozlišení: 300 dpi

Mapa je výsledkem projektu Doplaz zprávnosti rozšíření na zahraniční území poskytavé v Bostonu podél přílohy - HEALTHAIR



7.6. Bibliografia/Bibliografie

[1] US EPA, 2009, Final report: Integrated Science Assessment for Particulate Matter, <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=216546> (dostup/přístup: 22.02.2019).

[2] WHO, 2005, Air quality guidelines – global update 2005, [online], http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/ (dostup/přístup: 22.11.2019).

[3] Murray C.J.L., 1994, *Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years*, „Bulletin of the World Health Organization” 72 (3), s. 429–445.

[4] WHO, 2013, Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project – Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide [online], World Health Organization, Copenhagen, Denmark, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf (dostup/přístup: 22.11.2019).

[5] WHO, 2018, Burden of disease from ambient air pollution for 2016, Description of method.

[6] Mathers CD. et al., 2001, National Burden of Disease Studies: a practical guide. Edition 2.0. Global Program on Evidence for Health Policy, World Health Organization, Geneva.

[7] WHO, 2018, Global Health estimates 2016 Summary tables (YLL), https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/en/ (dostup/přístup: 22.11.2019).

[8] WHO, 2018, Global Health estimates 2016 Summary tables (DALY), https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/en/ (dostup/přístup: 22.11.2019).

8.

PODSUMOWANIE

Pogranicze województwa opolskiego i kraju morawsko-śląskiego należy do obszarów o najbardziej zanieczyszczonym powietrzu w Europie. Informacje o poziomach zanieczyszczeń atmosfery charakterystycznych dla danego obszaru znane są od dłuższego czasu – podlegają one stałemu monitorowaniu. Ich identyfikacja oraz ocena była i jest przedmiotem wielu badań i opracowań. Wydaje się, że ludność długotrwale zamieszkująca przedmiotowy obszar przyzwyczaiła się do okresowo pojawiających się komunikatów instytucji ochrony środowiska o przekroczeniach poziomów dopuszczalnych, docelowych, czy nawet alarmowych – dotyczących poszczególnych składników zanieczyszczających powietrze. Społeczeństwo zdaje sobie sprawę, że zanieczyszczenia powietrza istnieją i ogólnie rzecz biorąc są szkodliwe. Bardzo często jednak na takim poziomie szczegółowości ich wiedza się kończy. Zamieszkujący dany teren mieszkańcy często utożsamiają źródła zanieczyszczenia powietrza jedynie ze znajdującymi się w pobliżu zakładami przemysłowymi lub wręcz nie potrafią wskazać źródeł zanieczyszczeń, twierdząc, że w ich otoczeniu takowych nie ma. Nie zdają sobie sprawy, w jakim stopniu to właśnie osoby fizyczne, korzystając w swoich domach ze źródeł ciepła na paliwa stałe i złej jakości paliw, mają negatywny wpływ na zanieczyszczenie powietrza w najbliższej okolicy.

Niestety długotrwale narażenie na zanieczyszczone powietrze jest uważane za istotny czynnik wpływający na zdrowie. Według szacunków WHO (2016) ekspozycja na polutanty występujące w powietrzu, jakim jest pył respirabilny $PM_{2,5}$ przyczynia się do 4,2 mln przedwczesnych zgonów na całym świecie. Ponad 90% światowej populacji jest narażonych na ekspozycję $PM_{2,5}$ wyższą niż zalecana w wytycznych dotyczących jakości powietrza [1]. W samej tylko Europie szacuje się, iż przedwcześnie z powodu zanieczyszczenia powietrza umiera 790 000 osób rocznie [2]. Celowym stało się zatem przybliżenie społeczeństwu wpływu poszczególnych składników zanieczyszczających powietrze na stan zdrowia człowieka, a nawet wskazanie prawdopodobieństwa wystąpienia konkretnej choroby, czy wręcz przedwczesnego zgonu, do których przyczynia się sam człowiek.

Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza jest ogólnie skomplikowanym zagadnieniem, ponieważ substancji zanieczyszczających powietrze atmosferyczne pochodzących z różnych źródeł jest wiele

SHRNUŤÍ

Oblast na pomezí Opolského vojvodství a Moravskoslezského kraje patří k oblastem s nejznečištěnějším ovzduším v Evropě. Informace o míře znečištění ovzduší v dané oblasti jsou známé již dlouhou dobu – kvalita ovzduší je zde neustále sledována. Identifikace a hodnocení těchto údajů je předmětem mnoha šetření a studií. Zdá se, že obyvatelstvo žijící v oblasti po dlouhou dobu si zvyklo na pravidelně zveřejňované zprávy institucí zabývajících se ochranou životního prostředí o překročení přípustných, cílových nebo dokonce výstražných úrovní hodnot jednotlivých látek znečišťujících ovzduší. Společnost si uvědomuje, že znečištění ovzduší existuje a obecně je velmi škodlivé. Tyto znalosti však velmi často končí na takto obecné úrovni. Obyvatelé žijící v dané oblasti často spojují zdroje znečištění ovzduší pouze s okolními průmyslovými podniky nebo zdroje znečištění nedovedou identifikovat s tím, že takové v jejich okolí neexistují. Neuvědomují si, do jaké míry mají právě běžní lidé, používající ve svých domácnostech zdroje tepla na pevná paliva a paliva nízké kvality, negativní vliv na znečištění ovzduší v bezprostředním okolí.

Bohužel dlouhodobé vystavení se znečištěnému ovzduší je považováno za významný faktor ovlivňující zdravotní stav. Podle odhadů WHO (2016), expozice vůči znečišťujícím látkám v ovzduší, např. vdechovanému polétavému prachu $PM_{2,5}$, přispívá celosvětově k 4,2 milionům předčasných úmrtí. Více než 90 % světové populace je vystaveno působení částic $PM_{2,5}$ v koncentracích překračujících limity uváděné v pokynech pro kvalitu ovzduší [1]. Pouze v Evropě se odhaduje, že 790 000 lidí zemře ročně předčasně z důvodu znečištěného ovzduší [2]. Proto bylo vhodné seznámit veřejnost s dopadem jednotlivých látek znečišťujících ovzduší (polutantů) na lidské zdraví a dokonce naznačit pravděpodobnost výskytu určitého onemocnění nebo dokonce předčasného úmrtí vlivem faktoru, ke kterému přispívá sám člověk.

Charakteristiky znečištění ovzduší jsou obecně složitou problematikou, jelikož existuje mnoho znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší z různých zdrojů, které navíc vytvářejí v ovzduší různé směsi. Kromě toho se mohou přemísťovat v atmosféře a jejich lokální akumulaci, migraci a šíření ovlivňuje také reliéf terénu, způsob využívání krajiny a řada dalších zeměpisných, fyzikálních a meteorologických faktorů. Možná ještě složitějším problémem je určit dopad

i dodatkowo tworzą różnego rodzaju mieszaniny. Poza tym mogą się przemieszczać w atmosferze, a ich miejscowa kumulacja, migracja i rozprzestrzenianie zależy między innymi od warunków ukształtowania i użytkowania terenu oraz od wielu innych czynników geograficznych, klimatycznych fizycznych i meteorologicznych, itp. Równie, a może nawet bardziej skomplikowanym zagadnieniem jest określenie wpływu poszczególnych polutantów występujących w powietrzu atmosferycznym na pogorszenie stanu zdrowia człowieka.

Mając na uwadze powyższe, do realizacji założonego celu powołany został interdyscyplinarny zespół ekspertów z dziedziny powstawania i emisji zanieczyszczeń do powietrza, meteorologii, modelowania zanieczyszczeń powietrza, analiz statystycznych i epidemiologii, będących przedstawicielami czterech ośrodków badawczych:

- Opolskiego Oddziału Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych,
- Katowickiego Zakładu Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego,
- Instytutu Technologii Środowiskowych Wyższej Szkoły Górniczej – Uniwersytetu Technicznego w Ostrawie,
- Centrum Badań Epidemiologicznych Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Ostrawskiego,

którzy podjęli się realizacji projektu współfinansowanego, w ramach Programu Współpracy Interreg CZ–PL 2014–2020 pt. „Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludności w obszarze polsko-czeskiego pogranicza” o akronimie Healthair.

W tym miejscu należy zaznaczyć, że człowiek nie tylko jest narażony na oddziaływanie zanieczyszczeń emitowanych do powietrza atmosferycznego, ale także na emisje zanieczyszczeń pochodzące od przedmiotów codziennego użytku znajdujących się we wnętrzach miejsc zamieszkania i pracy, takich jak meble, wykładziny podłogowe, środki czystości, czy polutanty organiczne z zanieczyszczonych instalacji wentylacyjnych, klimatyzacji, bądź występujące w niewentylowanych pomieszczeniach – co również ma istotne znaczenie na pogorszenie stanu zdrowia ludzi, tym bardziej biorąc pod uwagę czas przebywania człowieka w pomieszczeniach zamkniętych.

Zaplanowane w projekcie Healthair prace badawcze ograniczone zostały jedynie do oceny ekspozycji w odniesieniu do niektórych, wybranych substancji w środowisku zewnętrznym, co należy uznać za istotne uszczuplenie możliwości interpretacyjnych analizowanego problemu wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludności. Ocenie poddano wpływ

jednostliwych zanieczyszczających látek přítomných v ovzduší na zhoršování zdravotního stavu obyvatelstva.

S ohledem na výše uvedené byl k realizaci stanoveného záměru sestaven interdisciplinární tým odborníků z oblasti tvorby a šíření znečišťujících látek do ovzduší, meteorologie, modelování znečištění ovzduší, statistických analýz a epidemiologie, zastupujících čtyři vědecko-výzkumná pracoviště:

- Opolski Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych,
- Katowicki Zakład Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego,
- Institut environmentálních technologií Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě,
- Centrum epidemiologického výzkumu Lékařské fakulty Ostravské univerzity,

kteří zapojili do realizace projektu spolufinancovaného v rámci Programu spolupráce Interreg CZ–PL 2014–2020 s názvem „Dopad znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva v česko-polském příhraničí”, zkráceně Healthair.

Zde je nutno poznamenat, že člověk není vystaven pouze účinkům znečišťujících látek emitovaných do ovzduší, ale také emisím znečišťujících látek pocházejících z každodenně používaných předmětů, nacházejících se v interiérech bydlíště a pracoviště jako jsou nábytek, podlahové krytiny, čisticí prostředky nebo organické znečišťující látky z kontaminovaných ventilačních systémů, klimatizace nebo vyskytujících se v neventilovaných místnostech, což má rovněž významný dopad na zhoršování zdravotního stavu lidí, tím spíše, zohledníme-li čas strávený v takovýchto uzavřených prostorech.

Výzkumné práce naplánované v rámci projektu Healthair byly omezeny pouze na posouzení expozice některých vybraných látek ve vnějším prostředí, čímž byly významně sníženy interpretační možnosti posuzovaného problému dopadu znečištěného ovzduší na veřejné zdraví. Byl hodnocen dopad znečišťujících látek, u nichž byly zdokumentovány dlouhodobé (chronické) účinky a u nichž bylo možné získat přiměřené údaje o jejich koncentracích v ovzduší v delším (nejméně desetiletém) období. Patří k nim:

- poléťavý prach PM_{10} ,
- poléťavý prach $PM_{2,5}$,
- oxid dusičitý NO_2 ,
- benzo(a)pyren.

Rozsah analýzy byl omezen na Opolské vojvodství (PL), Moravskoslezský kraj (CZ) a okres Jeseník (CZ).

Pro provedení relevantních analýz výše uvedené oblasti je k dispozici celá řada dostupných údajů stát-

substancji zanieczyszczających, w przypadku których udokumentowano długoterminowe (chroniczne) oddziaływanie i dla których możliwe było uzyskanie odpowiednich danych o ich stężeniach w wolnym powietrzu w dłuższym (co najmniej dziesięcioletnim) okresie. Należą do nich:

- pył zawieszony PM_{10} ,
- pył zawieszony $PM_{2,5}$,
- dwutlenek azotu NO_2 ,
- benzo(a)piren.

Obszar analizy ograniczony został do województwa opolskiego (PL), kraju (województwa) morawsko-śląskiego (CZ) i okresu (powiatu) Jeseník (CZ).

Aby przeprowadzić stosowne analizy dla wyżej wymienionego obszaru, wykorzystano szereg udostępnionych danych pochodzących z instytucji państwowych Polski i Czech oraz baz danych projektów AIR TRITIA, CLEAN BORDER, AIR SILESIA i AIR BORDER dotyczących:

- źródeł i poziomu zanieczyszczenia powietrza, w podziale na:

- źródła przemysłowe,
- niskie emisje,
- transport samochodowy;

- czynników przyrodniczych, w tym między innymi warunków topograficznych i sposobu użytkowania terenu, mających istotny wpływ na warunki wentylacyjne badanego obszaru;

- warunków meteorologicznych, w tym szeregu skomplikowanych oddziaływań ogólnopojętych warunków termicznych i termiczno-dynamicznych, mających wpływ na miejscową kumulacja, migrację i rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń;

- danych demograficznych, w podziale na:

- strukturę wieku,
- płeć,
- region zamieszkania,
- przeciętną długość życia;

- danych zdrowotnych, w podziale na:

- specyficzną chorobę – występowanie danej choroby, której przyczyną może być długotrwała ekspozycja na zanieczyszczone powietrze,
- śmiertelność ogólną,
- śmiertelność specyficzną, której przyczyną może być długotrwała ekspozycja na zanieczyszczone powietrze.

Przeprowadzono także analizę dostępnych publikacji przedstawiających wyniki i analizy zrealizowanych badań, potwierdzających toksyczność analizowanych związków na organizm człowieka.

Wszystkie wyżej wymienione dane poddane zostały przez zespół projektowy specjalistycznemu przetworzeniu i wnikliwej analizie. Podsumowując efekty zrealizowanych prac, należy stwierdzić, że:

nich instytucji Polska a České republiky a databází projektů AIR TRITIA, CLEAN BORDER, AIR SILESIA a AIR BORDER zaměřených na:

- zdroje a úroveň znečištění ovzduší v členění na:

- průmyslové zdroje,
- lokální zdroje (domácnosti),
- automobilová doprava;

- přírodní faktory, mimo jiné topografické podmínky a způsob využití půdy, které mají významný vliv na proudění vzduchu v hodnocené oblasti;

- meteorologické podmínky, včetně řady komplexních vlivů tepelných a termodynamických podmínek obecně, ovlivňujících místní akumulaci, migraci a šíření polutantů;

- demografická data, v členění:

- věková struktura,
- pohlaví,
- místo bydliště,
- průměrná délka života;
- zdravotní údaje, v členění:

- specifická nemocnost – výskyt dané choroby, která může být způsobena dlouhodobým působením znečištěného ovzduší,

- celková úmrtnost,

- specifická úmrtnost, která může být způsobena dlouhodobým působením znečištěného ovzduší.

Rovněž byla provedena analýza dostupných publikací představujících výsledky a analýzy provedených studií potvrzujících toxicitu analyzovaných sloučenin na lidský organismus.

Všechny výše uvedené údaje byly projektovým týmem podrobeny odbornému zpracování a důkladné analýze. Na základě shrnutí výsledků provedených prací nutno konstatovat, že:

- Látky znečišťující ovzduší, vybrané pro hodnocení, mají na člověka toxický účinek a způsobují zhoršení jeho zdravotního stavu a předčasná úmrtí.

- Analýza dostupných literárních zdrojů, citovaných v této studii, prokazuje, že:

- Nejčastějším typem znečištěného ovzduší je výskyt suspendovaných prachových částic. To je také důvodem zvýšené úmrtnosti a výskytu zejména respiračních onemocnění. Byla také prokázána korelace mezi úmrtím na kardiovaskulární, respirační onemocnění a rakovinu plic a expozice na respirabilní frakce částic ($PM_{2,5}$). Byla rovněž potvrzena souvislost mezi expozicí PM_{10} a $PM_{2,5}$ a výskytem adenokarcinomu. Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) řadí částice (PM) mezi karcinogenní faktory (1. kategorie).

- Oxid dusičitý (NO_2) je emitován hlavně během spalovacích procesů, především ze spalovacích motorů vozidel. Nepříznivě ovlivňuje dýchací systém lidí. Jeho působení je spojeno se zvýšením celkové i speci-

- Wybrane do analizy substancje zanieczyszczające powietrze atmosferyczne toksycznie wpływają na człowieka, będąc przyczyną pogorszenia stanu jego zdrowia i przedwczesnego zgonu.

- Analiza dostępnych źródeł literaturowych cytowanych w treści niniejszego opracowania dowodzi, że:

- Pył zawieszony jest najczęściej występującym zanieczyszczeniem powietrza. Jest także powodem zwiększonej śmiertelności i zapadalności szczególnie na choroby układu oddechowego. Wykazano również korelację pomiędzy zgonami z przyczyn sercowo-naczyniowych, oddechowych i z powodu raka płuc a narażeniem na frakcję respirabilną ($PM_{2,5}$) pyłu zawieszzonego. Potwierdzono także związek między ekspozycją na PM_{10} i $PM_{2,5}$ a rozwojem gruczolakoraka (adenokarcynomy). Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) sklasyfikowała pył zawieszony (PM) jako czynnik karcynogeny (kategoria 1).

- Dwutlenek azotu (NO_2) jest emitowany głównie przy procesach spalania – w tym przede wszystkim z silników pojazdów spalinowych. Niekorzystnie wpływa na układ oddechowy człowieka. Jego działanie jest łączone ze wzrostem umieralności całkowitej, jak również specyficznej związanej z chorobami układu sercowo-naczyniowego i układu oddechowego.

- Benzo(a)piren zaliczany do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych jest produktem niecałkowitego spalania paliw. Przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem został zakwalifikowany do grupy potwierdzonych czynników rakotwórczych dla ludzi (grupa 1). Posiada wysoko rakotwórczy potencjał zwłaszcza w odniesieniu do układu oddechowego i skóry. Wykazuje się zdolnością bioakumulacji w mleku matki. Potwierdzono także korelację między narażeniem na benzo(a)piren a rozwojem toksyczności rozwojowej i neurotoksycznością.

- Dostrzegalne są efekty dostosowania się Polski i Czech do wymogów prawodawstwa Unii Europejskiej w zakresie ograniczenia poziomu emisji polutantów do powietrza. Dla wszystkich wybranych do analizy wyżej wymienionych substancji zanieczyszczających powietrze atmosferyczne, na obszarze zainteresowania projektu w analizowanym okresie 10 lat, zanotowano wyraźny spadek emisji.

- Istotne redukcje dotyczą poziomu emisji ze źródeł przemysłowych – w przypadku pyłu PM_{10} o 50%, a w odniesieniu NO_x o 30%. Zanotowano także spadek o 37% przemysłowych emisji benzo(a)pirenu. W tym miejscu należy jednak zaznaczyć, że redukcja benzo(a)piranu dotyczy jedynie analizowanego obszaru Czech i wynika głównie z zaprzestania działalności jednej z koksowni. Na rozważanej części polskiego

fické úmrtnosti spojené s kardiovaskulárnými a respiračními chorobami.

- Benzo(a)pyren je klasifikován jako polycyklický aromatický uhlovdík a je produktem nedokonalého spalování paliv. Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny byl zařazen do skupiny potvrzených karcinogenů u člověka (1. skupina). Má vysoký karcinogenní potenciál, zejména ve vazbě na dýchací systém a kůži. Vykazuje vlastnosti bioakumulace v mateřském mléce. Rovněž byla potvrzena korelace mezi expozicí benzo(a)pyrenu a vývojovou toxicitou a neurotoxicitou.

- Znatelné jsou účinky polské a české adaptace na požadavky právních předpisů Evropské unie v oblasti snižování emisí znečišťujících látek do ovzduší. U všech výše uvedených látek znečišťujících ovzduší vybraných k posouzení bylo v hodnoceném období 10 let v zájmové oblasti projektu zaznamenáno významné snížení emisí.

- Významné snížení se týká emisí z průmyslových zdrojů – v případě pevných prachových částic PM_{10} o 50 % a u NO_x o 30 %. Bylo také zaznamenáno 37 % snížení průmyslových emisí benzo(a)pyrenu. Zde je nutno poznamenat, že snížení benzo(a)pyranu se týká pouze české části posuzované oblasti a vyplývá ze zastavení provozu jedné z koksoven. V polské části posuzovaného území průmyslové emise benzo(a)pyrenu kolísají stále na stejné úrovni.

- V případě emisí z lokálních zdrojů tepla (tzv. zdrojů nízkých emisí) je v sledovaném období zaznamenán rovněž zřetelný pokles. Je však zajímavé, že na české straně posuzované oblasti je pokles všech hodnocených znečišťujících látek z lokálních zdrojů rozhodně větší než na polské straně. Emise suspendovaných pevných částic (PM_{10} a $PM_{2,5}$) z lokálních zdrojů tepla na české straně klesly o 41 %, zatímco na polské straně o 14 %. Emise oxidů dusíku (NO_x) poklesly v české části dotčené oblasti o 43 %, v Polsku o pouhých 6 %. Emise benzo(a)pyrenu ve posuzované části na českém území poklesly o 37 %, na polské o 10 %.

- Přes znatelné snížení úrovně znečišťujících látek v ovzduší jsou z dlouhodobého hlediska obyvatelé česko-polského příhraničí stále vystaveni vlivu znečišťujících látek, jejichž koncentrace v ovzduší stále představuje významné ohrožení lidského zdraví.

- Očekávaná pravděpodobnost vzniku nových případů rakoviny plic, průdušnice a průdušek způsobený dlouhodobým dýcháním vzduchu obsahujícího karcinogenní látky (zejména benzo(a)pyren) na celkové populaci analyzované oblasti (LICR) v letech 2007, 2012 a 2017 je v každém případě v analyzované části polského území v průměru 2–3 krát vyšší než ve sledované oblasti České republiky.

- Kromě stanoveného průměru pro zájmová území Polska a České republiky byl také konkrétně pro ka-

terytorium przemysłowa emisja benzo(a)pirenu wciąż oscyluje na takim samym poziomie.

- W przypadku emisji z lokalnych źródeł ciepła (tzw. niskiej emisji) również w rozpatrywanym okresie obserwowany jest wyraźny spadek. Na uwagę zasługuje jednak to, że po stronie czeskiej analizowanego obszaru spadek wszystkich rozważanych polutantów pochodzących z niskiej emisji jest zdecydowanie większy niż po stronie polskiej. Emisje pyłu zawieszonego (PM_{10} i $PM_{2,5}$) z lokalnych źródeł ciepła po stronie czeskiej zmalały o 41%, natomiast po stronie polskiej o 14%. Emisje tlenków azotu (NO_x) zmniejszyły się w czeskiej części przedmiotowego obszaru o 43%, a w polskiej o 6%. Emisje benzo(a)pirenu w badanej części czeskiego terytorium spadły o 37%, a polskiego o 10%.

- Pomimo zauważalnej w długoterminowym okresie redukcji poziomu stężeń zanieczyszczeń w powietrzu, mieszkańcy polsko-czeskiego pogranicza wciąż są narażeni na oddziaływanie polutantów, których koncentracja w powietrzu atmosferycznym w dalszym ciągu stanowi istotne zagrożenie dla zdrowia ludzi.

- Spodziewane prawdopodobieństwo pojawienia się nowych przypadków raka płuc, tchawicy i oskrzeli, których powodem jest długotrwałe oddychanie zanieczyszczonym przez czynniki kancerogenne (głównie benzo(a)piren) powietrzem w całkowitej liczbie mieszkańców analizowanego obszaru (LICR) w latach 2007, 2012 i 2017 jest w każdym przypadku średnio 2–3 razy wyższy na analizowanej części polskiego terytorium, niż na badanym obszarze Czech.

- Oprócz wyznaczonej średniej dotyczącej rozpatrywanych terytoriów Polski i Czech, był konkretny udział nowych przypadków raka dróg oddechowych, których powodem jest długotrwałe oddychanie powietrzem z udziałem czynników kancerogennych, wyznaczony został także dla każdego analizowanego powiatu, uwzględniając zidentyfikowany w danym powiecie poziom zanieczyszczeń i liczbę mieszkańców. Wyniki analizy przedstawiają załączniki nr 1, 2 i 3.

- Dla obszaru będącego przedmiotem badań było określone również tzw. względne ryzyko zdrowotne (RR) będące ilościowym opisem ryzyka przedwczesnej śmierci i zachorowalności, wyrażonym jako miara prawdopodobieństwa, która wskazuje, ile razy wyższej liczby przedwczesnych zgonów, ewentualnie większego występowania zachorowań, można oczekiwać w populacji mieszkającej na analizowanym terenie, w porównaniu z populacją, która żyje na obszarze charakteryzującym się krystalicznie czystym powietrzem pozbawionym zanieczyszczeń.

- Względne ryzyko zdrowotne zostało ocenione zarówno jako średnia dla czeskiej i polskiej części przedmiotowego obszaru, jak również konkretnie

żdy okres stanoven očekávaný podíl nových případů rakoviny dýchacích cest, který je způsoben dlouhodobým dýcháním vzduchu s karcinogenními faktory, s přihlédnutím k úrovni identifikovaného znečištění a počtu obyvatel v daném okrese. Výsledky analýzy jsou uvedeny v přílohách č. 1, 2 a 3.

- Pro oblast, která je předmětem výzkumu, bylo dále vyhodnoceno tzv. relativní zdravotní riziko (RR), což je kvantitativní popis rizika předčasného úmrtí a nemocnosti, vyjádřený jako míra pravděpodobnosti, která ukazuje, kolikrát lze očekávat vyšší počet předčasných úmrtí nebo případně vyšší výskyt onemocnění v populaci žijící v analyzované oblasti ve srovnání s populací žijící v oblasti s naprosto čistým ovzduším bez jakéhokoliv znečištění.

- Relativní zdravotní riziko bylo vyhodnoceno jednak jako průměr pro českou a polskou zájmovou oblast, tak také konkrétně pro jednotlivé okresy – jako pravděpodobnost předčasného úmrtí způsobeného všemi příčinami (TM = celková úmrtnost, total mortality) a podrobněji – jako pravděpodobnost předčasného úmrtí v důsledku srdečních a respiračních onemocnění (CPM = kardiopulmonální úmrtnost, cardiopulmonal mortality), rakoviny plic, průdušnice a průdušek (LCM = úmrtnost na rakovinu plic, lung cancer mortality), jakož i zánětlivé bronchitidy u dětí (PBC = děti s prevalenční bronchitidou, prevalence bronchitis children) a dospělých (IBA = incidence bronchitidy u dospělých, incidence bronchitis adults). Výsledky analýz jsou uvedeny v grafech 7.2 až 7.8, v tabulce 7.3 a v přílohách č. 4 až 24.

- V posuzované oblasti je riziko předčasného úmrtí a nemocnosti populace, ve většině případů, o více než 10 % vyšší ve srovnání s populací žijící v oblasti bez znečištění ovzduší. Bohužel v případě rakoviny plic toto riziko dosahuje úrovně cca 20 %. Zde je nutno poznamenat, že v polské části sledovaného území je v každém z případů riziko předčasného úmrtí a nemocnosti vyšší. Ve většině případů jsou rozdíly nevýznamné, ale u rakoviny plic je odchylka zjevná – přes 4 %. Odhadovaná zdravotní rizika mohou být i vyšší vzhledem k lokálnímu poměru respirabilní a inhalabilní frakce v ovzduší. Odhady karcinogenních celoživotních rizik mohou být také mírně podhodnoceny, jelikož vycházejí z ročních koncentrací ve sledovaném období projektu, kdežto v minulosti mohly být tyto koncentrace vyšší.

- Na základě shromážděných demografických údajů, údajů o úmrtnosti a nemocnosti obyvatelstva v posuzované oblasti byl proveden výpočet ztracených let života obyvatelstva, a to z jakéhokoli důvodu (tedy nejen v souvislosti se znečištěným ovzduším). O toto období života obyvatelé posuzované oblasti přicházejí především kvůli předčasným úmrtím (označeným

dla poszczególnych powiatów – jako prawdopodobieństwo przedwczesnej śmierci ze wszystkich przyczyn (TM = całkowita umieralność, total mortality) i bardziej szczegółowo – jako prawdopodobieństwo przedwczesnej śmierci wskutek chorób serca i układu oddechowego (CPM = cardiopulmonal mortality), raka płuc, tchawicy i oskrzeli (LCM = lung cancer mortality), a także chorób zapalnych oskrzeli u dzieci (PBC = prevalence bronchitis children) i dorosłych (IBA = incidence bronchitis adults). Wyniki analiz przedstawiono na wykresach od 7.2 do 7.8, w tabeli 7.3 oraz w załącznikach od nr 4 do 24.

- Na analizowanym obszarze ryzyko przedwczesnej śmierci i zachorowalności ludności, w większości przypadków, jest o ponad 10% wyższe, w porównaniu do populacji żyjącej na terenie pozbawionym zanieczyszczeń powietrza. Niestety w przypadku raka płuc ryzyko to osiąga poziom ok. 20%. W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że w każdym przypadku ryzyko przedwczesnej śmierci i zachorowalności w polskiej części badanego obszaru jest wyższe. W większości przypadków różnice są nieznaczne, ale w odniesieniu do raka płuc rozbieżność staje się wyraźna – wynosi ponad 4%. Szacowane ryzyko zdrowotne może być nawet wyższe ze względu na lokalny stosunek frakcji wdychalnej do frakcji wziewnej w powietrzu. Szacunki ryzyka zachorowania na raka w ciągu całego życia również mogą być nieco zniżone, ponieważ opierają się na rocznych stężeniach w okresie badanym w ramach projektu, podczas gdy w przeszłości stężenia te mogły być wyższe.

- Uwzględniając zebrane dane demograficzne, dane dotyczące umieralności i chorób populacji na analizowanym obszarze, dokonano także kalkulacji liczby utraconych lat życia ludności z jakichkolwiek przyczyn (czyli nie tylko w powiązaniu z zanieczyszczonym powietrzem). Te lata życia mieszkańcy badanego terenu tracą przede wszystkim wskutek śmierci (oznaczone jak YLL), życia w chorobie (YLD) lub ze względu na oba te sposoby (DALY). Z uwagi na brak dostępności po polskiej stronie kompatybilnych z czeskiimi danymi dotyczących specyficznej umieralności i zapadalności na dane choroby przewlekłe, wspólna analiza dotyczyła jedynie utraconych lat życia wskutek śmierci z jakichkolwiek przyczyn (YLL). Podobnie jak w poprzednich przypadkach, uzyskane wyniki przedstawiono jako średnia dla obszaru zainteresowania po polskiej i czeskiej stronie granicy (wykres 7.14 i 7.17) oraz konkretnie dla każdego analizowanego powiatu (wykres 7.15). Tu trzeba koniecznie zwrócić uwagę, że w analizowanym okresie 2007–2017 zarówno po polskiej, jak i po czeskiej stronie granicy pogłębia się deficyt młodej generacji, a zwiększa się liczba osób starszych. W roku 2017

jako YLL), żywota s onemocněními (YLD) nebo díky kombinaci uvedených důvodů (DALY). Vzhledem k tomu, že na polské straně nejsou k dispozici údaje přesně srovnatelné s údaji českými, týkajícími se specifické úmrtnosti a výskytu chronických onemocnění, je společná analýza zaměřena pouze na roky snižující délku života obyvatel v důsledku předčasných úmrtí z jakéhokoliv důvodu (YLL). Stejně jako v předchozích případech byly získané výsledky prezentovány jako průměr pro zájmovou oblast na polské a české straně hranice (obrázky 7.14 a 7.17) a také konkrétně pro každý posuzovaný okres (obrázek 7.15). Zde je nutno poznamenat, že v posuzovaném období let 2007–2017 se jak na polské, tak na české straně hranice prohlubuje deficit mladé generace a zvyšuje se počet seniorů. V roce 2017 byla věková struktura obyvatel ve věku 0 až 32 let a nad 58 let na obou stranách hranice úměrně podobná. Za povšimnutí však stojí skutečnost neúměrně menšího počtu obyvatel ve věku od 33 do 57 let v polské části posuzované oblasti. Je také zřejmé, že starší generace je obecně náchylnější k nemocem než mladší a střední, a účinek předčasných úmrtí je u starší generace zřetelněji patrný, což odráží ve výsledcích analýzy.

- Počet let ztracených v důsledku předčasného úmrtí (ze všech možných důvodů) je v posuzované oblasti vyšší než je celostátní průměr v dané zemi (v Polsku o 16,04 %, v případě České republiky o 22,28 %) a mnohem vyšší než např. v Německu nebo Francii. Příslušná analýza tohoto případu je uvedena na obrázku 7.16.

- Podrobnější výpočty týkající se počtu ztracených let populace v důsledku úmrtí a života s nemocemi (DALY) v důsledku vlivu znečištěného ovzduší (parametr AB – přičitatelná zátěž, attributable burden) byly provedeny pouze pro českou populaci posuzované oblasti. Výsledky těchto analýz jsou uvedeny v tabulkách 7.4 a 7.5 a na grafu 7.18a–c.

- Pro celou oblast studie bylo provedeno posouzení parametru AB, vyjadřujícího počet ztracených let života populace v důsledku úmrtí způsobených všemi možnými příčinami (YLL) z důvodu expozice vlivům pevných částic PM_{2,5} ve znečištěném ovzduší.

- Porovnáním získaných hodnot pro analyzované oblasti na polské a české straně hranice lze konstatovat, že populace polské části ztrácí o něco více let života než populace na české straně. Průměrné hodnoty AB činí za posuzované období něco přes 14 let pro Českou republiku a 19 let pro Polsko v přepočtu na 1000 obyvatel. Ve srovnání s celorepublikovými průměry zveřejněnými WHO jsou obě oblasti nadprůměrné, tj. více znečišťované než podobné oblasti v západních zemích EU. Průměrné hodnoty parametru AB týkající se úmrtnosti ze všech příčin vlivem

struktura wieku osób w przedziale od 0 do 32 lat oraz powyżej 58. roku życia po obu stronach granicy była proporcjonalnie zbliżona. Na uwagę zasługuje jednak fakt nieproporcjonalnie mniejszej liczby populacji w wieku od 33 do 57 lat w polskiej części analizowanego obszaru. Oczywistym faktem jest także to, że starsze pokolenie jest ogólnie bardziej podatne na choroby niż młodsze i średnie, a także wyraźniej jest widoczny dla starszego pokolenia efekt przedwczesnej śmierci – co odzwierciedlają wyniki analiz.

- Liczba lat utraconych z powodu przedwczesnej śmierci (z wszystkich możliwych przyczyn) na analizowanym obszarze jest wyższa niż średnia w danym kraju (w przypadku Polski – o 16,04%, a w przypadku Czech – o 22,28%) oraz znacznie wyższa niż np. w Niemczech czy Francji. Stosowną analizę tego przypadku przedstawiono na wykresie 7.16.

- Bardziej szczegółowe kalkulacje dotyczące liczby utraconych lat życia ludności wskutek śmierci i życia w chorobie (DALY) w następstwie ekspozycji na zanieczyszczenie powietrza (parametr AB – attributable burden) odniesiono jedynie do czeskiej populacji analizowanego obszaru. Wyniki tych analiz przedstawiono w tabelach 7.4 i 7.5 oraz na wykresie 7.18a–c.

- Dla całości badanego terenu przeprowadzono natomiast ocenę parametru AB, opisującą liczbę utraconych lat życia ludności wskutek śmierci spowodowanej wszystkimi możliwymi przyczynami (YLL) w następstwie ekspozycji na pył $PM_{2,5}$ w zanieczyszczonym powietrzu.

ekspozice na $PM_{2,5}$ w posuzowanym desetiletém období expozice, v průměru za celou hodnocenou oblast Polska a Česka, jsou uvedeny na grafu 7.21, a samostatně pro každý okres na grafu 7.22.

- Porównując uzyskane wartości dla analizowanych obszarów po polskiej i czeskiej stronie granicy, można wyciągnąć wniosek, że ludność polskiej części traci trochę więcej lat życia niż ludność po stronie czeskiej. Średnie wartości AB za analizowany okres wynoszą niewiele ponad 14 lat dla Czech i 19 lat dla Polski w przeliczeniu na 1000 osób. W porównaniu ze średnimi ogólnokrajowymi, opublikowanymi przez WHO, oba przedmiotowe obszary należą do ponadprzeciętnych, tzn. bardziej zanieczyszczonych niż podobne obszary w zachodnich państwach UE. Średnie wartości parametru AB dotyczące umieralności ze wszystkich przyczyn pod wpływem ekspozycji na $PM_{2,5}$ w analizowanym 10-letnim okresie ekspozycji średnio dla całego analizowanego obszaru Polski i Czech przedstawiono na wykresie 7.21, a oddzielnie dla każdego z powiatów – na wykresie 7.22.

8.1. Bibliografia/Bibliografie

[1] WHO, 2016, *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*, WHO, Geneva.

[2] Lelieveld J. et al., 2019, *Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions*, „European Heart Journal” 40, s. 1590–1596.

SUMMARY

Borderland of Opole Voivodeship and the Moravian-Silesian Country belongs to the areas with the most polluted air in Europe.

Therefore, it became deliberate to familiarize the society with the impact of individual air pollutants on human health and an indication of the probability of a specific disease or even premature death.

With this in mind, to achieve the assumed goal an interdisciplinary team of experts in the field of air pollution formation and emission, meteorology, modeling of air pollution, statistical analyzes and epidemiology, representing four research centers, has been established.

These centers have undertaken the project co-financed by the European Union, under the Interreg Cooperation Program CZ–PL 2014–2020, and from the national budgets of Poland and the Czech Republic “Impact of air pollution on the health of the population in the Polish-Czech border area”, the acronym Healthair (project registration number: CZ.11.4.120 / 0.0 / 0.0 / 16_026 / 0001091).

Research work planned in the Healthair project has been limited to assessing the health impact of pollutants for which long-term (chronic) influence have been documented and for which it was possible to obtain relevant data on their concentrations in the air over a longer (at least ten years) period. These include particulate matter PM_{10} and $PM_{2.5}$, nitrogen dioxide NO_2 and benzo(a) pyrene.

The area of the analysis was limited to the Voivodeship Opole (PL), Moravian-Silesian Voivodeship (CZ) and Jeseník County (CZ).

To perform relevant analyzes for the above-mentioned area, a number of available data from state institutions of Poland and the Czech Republic as well as databases from the AIR TRITIA, CLEAN BORDER, AIR SILESIA and AIR BORDER projects regarding sources and level of air pollution, natural factors, meteorological conditions, demographic data and population health data.

All the above mentioned data were used for:

- 1) determining the degree of exposure of the society to harmful air pollutants and determining their origin,
- 2) qualitative and quantitative health risk and burden assessing, i.e. an estimation of the probability of premature death and incidence of specific chronic diseases and an estimation of years of life lost in the population exposed to long-term, increased air pollution on the Czech-Polish border.

Monograph, which summarizes the implementation of the Healthair project, characterizes the area of interest, also describing its topographic conditions. Types of analyzed pollutants and their limited concentrations were presented. Particular attention was paid to the impact of factors such as thermal emission control and the impact of thermal and dynamic conditions on concentrations of suspended particulate matter at the earth's surface. Weather conditions in the analyzed area and their impact on the level of air pollution were also determined. Data used in the project regarding sources of air pollution and their concentration in the study area, divided into industrial sources, low emissions, traffic and in the form of a cumulative emission balance were presented.

An important part of the monograph is the analysis of the impact of air pollution on the health and mortality of population. This part discusses the toxicity of the analyzed air pollutants. Then methods for health risk assessment and burden of diseases are presented, with particular emphasis on carcinogenic risk assessment, potential relative risk and assessment of population attributable fraction. The following section describes the methods for assessing health effects expressed as the impact of air pollution on mortality / morbidity of a given disease. This part of the monograph also specifies the method of calculating the years of life lost caused by premature death and life in disability as a result of long-term air pollution exposure. The demographic data, data on air pollution and health of the analyzed population were used for the estimation. The final part of the monograph presents the obtained results and their discussion.

Despite the noticeable long-term reduction in the level of pollutant concentrations in the air, the inhabitants of the Polish-Czech borderland are still exposed to substances whose increased concentrations represent a significant risk to human health.

The expected probability of new cases of lung, tracheal and bronchial cancer caused by long-term exposure to carcinogens (mainly benzo(a)pyrene) in the total population in years 2007, 2012 and 2017 is on average 2–3 times higher in the analyzed part of Polish territory than in the part of Czech Republic.

In the analyzed area, the risk of premature death and morbidity in the population is in most cases more than 10% higher compared to the population living in an area free of air pollution. Unfortunately, in case of lung cancer, the risk reaches level of about 20%. At this point, it should be noted that in each case the risk of premature death and morbidity in the Polish part of the studied area is higher than in the Czech part. In most cases, the differences are not significant, but in relation to lung cancer discrepancy is clear – more than 4%.

The number of years of life lost due to premature death and life in disability (for all possible reasons) in the analyzed area is higher than the national average (in Poland – by 16.04%, in Czech Republic – by 22.28%) and much higher than e.g. in Germany or France.

Comparing the obtained results of years of life lost for the analyzed areas on the Polish and Czech side of the border, it can be concluded that the population of the Polish part is burdened by air pollution more than the population on the Czech side. The average values of this parameter in the considered period are just over 14 years for the Czech Republic and 19 years for Poland per 1000 people.



Partnerzy projektu / Partneri projektu:



- ISBN 978-83-64979-39-2** Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
- ISBN 978-83-955213-0-0** Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
- ISBN 978-80-7599-183-6** Ostravská univerzita
- ISBN 978-80-248-4406-0** Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- ISBN 978-83-7342-714-3** Wydawnictwo i Drukarnia Świętego Krzyża

Rzeczowa realizacja projektu / Fyzická realizace projektu:
01.04.2018–31.03.2020